மின்னணுவியல் தொலைக்காட்சி
அடிப்படைகள்
இராமநாதன் (ப. ம.)

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண் — 707

மின்னணுவியல் தொலைக்காட்சி அடிப்படைகள்

(திருத்தப்பட்ட பாடத்திட்டத்தின்படி வெளியிடப்படுகிறது)

ஆசிரியர்

ப. ம. இராமநாதன், பி.இ., எம்.எஸ்சி. (பொறியியல்),
ஏ.எம்.ஐ.இ.டி.இ.,
துணைப் பேராசிரியர், மின்னணுவியல் துறை,
பொறியியல் கல்லூரி, சென்னை.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—May, 1976

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 707

© Government of Tamilnadu

Fundamentals of Electronics and Televisio

P. M. RAMANATHAN

Price Rs. 12-65

Published by the Tamilnadu Text-book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed out of the Paper allotted by the Government of India.

Printed by

MUTHUKUMARAN PRESS
14-A, Kuppier Street,
Madras-1.

பதிப்புரை

மின்னணுவியல் தொலைக்காட்சி அடிப்படைகள் என்ற இந் நூல், தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 707ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 742 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு, கல்வி, சமூகநல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக் கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

மேலாண்மை இயக்குநர்
தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

பொருளடக்கம்

பாகம் 1

மின்னணுவியல் அடிப்படைகள்

			பக்கம்
	தோற்றுவாய்	...	1
1.	அணுவும், பொருளும், மின்கடத்தலும்	...	6
2.	எதிர்மின்னி உமிழ்வான்கள்	...	17
3.	மின்சுற்றுக் கொள்கைகள்	...	30
4.	எதிர்மின்னி இயக்கவியல்	...	58
5.	சூன்ய இருமுனையமும் மின்திருத்தியும்	...	71
6.	மும்முனையங்களும் மின்மிகைப்பும்	...	89
7.	மின்மிகைப்புத் தொடர்	...	101
8.	திறன் மிகைப்பி	...	113
9.	பன்முனையங்கள்	...	129
10.	மின்னூட்ட மிகைப்பியும் அலைப்பியும்	...	146
11.	தளர் அலைப்பி	...	171
12.	வளிமக் குழல்களும் அவைகளின் உபயோகங்களும்	...	186
13.	இருமுனைக் குறைகடத்திக் கருவிகள்	...	217
14.	மும்முனைச் சந்திக் குறைகடத்திக் கருவிகள்	...	235
15.	சில சிறப்புக் குறைகடத்திகள்	...	270
16.	அலைப் பண்பேற்றமும் இறக்கமும்	...	285
17	தொகுத்த சுற்றுவழி	...	312

பாகம் 2

தொலைக்காட்சி

பக்கம்

முகவுரை ... 324
1. படப்பெட்டிக் குழல்களும், படக் குழல்களும் ... 333
2. தொலைக்காட்சிப் பரப்பி ... 346
3. தொலைக்காட்சி ஏற்பி வானொலி அலைச் சுற்றுவழிகள் ... 365
4. படக் குறிப்பு மின்மிகைப்பு ... 379
5. இணைக்கப் பொருத்தமும் திரும்பல் அலைப்பிகளும் ... 388
6. ஒலிச் சுற்றுவழிகள் ... 399
7. வண்ணத் தொலைக்காட்சி ... 404
8. தொலைக்காட்சி ஏற்பி சீர்படுத்தல் ... 417
கலைச்சொற்கள் ... 429

பாகம் 1

மின்னணுவியல் அடிப்படைகள்

தோற்றுவாய்

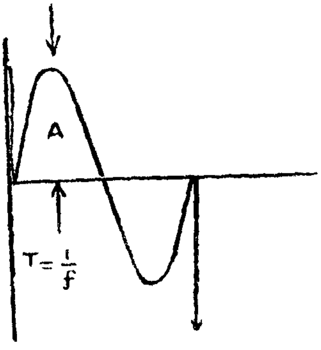
மனிதன் தோன்றிய காலத்தில் அவன் தனித்தேயிருந்தான். விலங்குகள், மழை, வெயில், காற்று, நெருப்பு முதலியவை அவனைத் துன்புறுத்தின. பின்னர், கூடியிருப்பதால் உள்ள கோடி நன்மைகளை அவன் உணர்ந்து, அதன்படி வாழலானான். மனிதர்கள் பலர் ஒன்றுசேர்கையில் ஒருவர் கருத்தை மற்றவர் அறியச் சைகைகளும் மொழிகளும் உபயோகப்பட்டன. சற்றுத் தொலையில் உள்ளவர்களுக்கு அறிவிக்க நெருப்புப் புகை, ஜண்டைக் கொட்டுகள் உபயோகப்பட்டன. கண்ணுக் கெட்டிய தூரத்திற்கு விளக்குச் சின்னங்கள், கொடிச்சின்னங்கள் உபயோகப்பட்டன. ஒலியலை வினாடிக்கு 1100 அடி வீதம் பரவுகிறது. ஆகையால், நீண்ட தூரம் செல்ல அதற்கு அதிக நேரமாகிறது. மின்சாரம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபின் இந்த வேகம் மிகக் குறைவாகத் தெரிகிறது. மின் காந்த அலைகள் வினாடிக்கு 1,86,000 மைல் வீதம் பரவுகின்றன. ஆகையால், உலகத்தைச் சுற்றி வர மின் காந்த அலைக்கு ⅛ வினாடியே ஆகிறது ஆகையால். மின் காந்த அலைகள் மூலம் செய்திப் போக்குவரவு மிக விரைவில் நடைபெறுகிறது. இங்கிலாந்தின் ஸாமுவேல் மோர்ஸ் மின் தந்தி முறையையும், மார்க்கோனி கம்பியில்லாத் தொடர்பு முறையையும், அமெரிக்காவின் அலெக்ஸாண்டர் கிரஹாம் பெல் கம்பித் தொலைபேசிக் கருவிகளையும் தோற்றுவித்துத் தொலைத் தொடர்பு துறை முன்னேற்றத்திற்கு அடிகோலினர். ஆனால், இவை இயக்கும் முறை அறிய மின் வலைவழி முறைகள் தெரிந்திருக்கவேண்டும். மின் காந்த அலைகள் அலைவெண்களுக்கு ஏற்றவாறு வகைப்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. 1000 அலைவுகளைக் கிலோ அலைவுகள் (KHz) என்றும், 10,00,000 அலைவுகளை மெகா அலைவுகள் (MHz) என்றும் சுருக்கமாகக் கொள்ளலாம். அலைவேகம் = அலைநீளம் × அலைவெண்.

$$50 \text{ Hz அலையின் அலை நீளம்} = \frac{3 \times 10^8}{50} = 6 \times 10^6 \text{ மீட்டர்.}$$

1 MHz மின் காந்த அலையின் அலை நீளம் 300 மீட்டர். அலையின் அலைவு அல்லது அலை நீளத்திற்கு ஏற்றவாறு மின் காந்த அலைகளை வரிசைப்படுத்தலாம்.

அலைவு	அலை நீளம்	வரிசை
10 — 30 KHz	30 KM — 10 km	மிக நீள அலைகள்
30 — 300 KHz	10km — 1 km	நீள அலைகள்
300 — 3000 KHz	1000 m — 100 m	இடை அலைகள்
3 — 30 MHz	100 m — 10 m	குறு அலைகள்
30 — 300 MHz	10 m — 1 m	அதிகக் குறு அலைகள்
300 — 3000 MHz	1 m — 10 cm	மிக அதிக அலைகள்
1000 MHz-க்கு மேல்	10 cm — 1 cm	நுண் அலைகள்

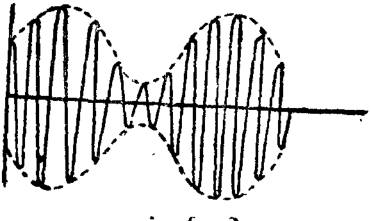
ஒருவர் ஓர் இடத்திலிருந்து அனுப்பும் செய்தி பிறிதோர் இடத்தில் ஒருவருக்கே சேரவேண்டியதாக இருக்கலாம். அப்பொழுது அது தொலைபேசி மூலமோ, தந்தி முறையிலோ அனுப்பப்பட வேண்டும். பொதுவாக, மக்களுக்குத் தெரிய வேண்டிய செய்திகள் தொலைக்காட்சி மூலமோ, வானொலி மூலமோ அனுப்பப்படுகின்றன. ஒரு மாறு மின்சார அலையை அலைவுப் பதிப்பியில் (ஆஸிலோஸ்கோப்) பார்த்தால் அது ஓர் எளிய ஒழுங்கியக்கத்தில் உள்ளது தெரியும். அந்த அலை ஒரு பக்கம் ஒழுங்காகச் சென்று, அதிக வீச்சு ஆனபின் திரும்பி வந்து மறுபுறம் அதிக வீச்சு அடைந்து திரும்பவும் பழைய நிலை அடைகிறது. இதேபோல் திரும்பத் திரும்ப அவ்வலைவு ஆடுகிறது. ஒரு புறமிருப்பதை நேர் மதிப்பாகவும், மறு புறமிருப்பதை எதிர் மதிப்பாகவும் கொள்ளலாம்.



படம் 0—1.
மாறு மின் சார ஒழுங்கியக்க அலை

இரண்டு அடுத்தடுத்த நேர்முக அதிக வீச்சின் இடைக்காலம் அலைவு நேரம் (*T*) எனப்படும். ஒரு விநாடியில் அடங்கும்

அலைவு நேரங்கள் அலைவு எண் (f) ஆகும். அதாவது $f = \frac{1}{T}$ ஆக, அந்த அலையை $a = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$ எனக் குறிப்பிடலாம். இதில் A என்பது, ஒருபுற அதிக அளவுப் பெயர்ச்சியையும், T அலைவு நேரத்தையும் குறிக்கின்றன. நாம் பேசும் ஒலிகள், சங்கீத வாத்தியங்களிலிருந்து உண்டாகும் ஒலிகள் ஆகியவைகளில் மக்களால் பொதுவாகக் கேட்கக்கூடிய ஒலிகளின் அலைவு எண்கள் 20-லிருந்து 20,000-த்திற்குள் அடங்கும். ஆகவே, ஒரே சமயத்தில் பல நிகழ்ச்சிகள் ஒலிபரப்பானால் 'பாபல்' கலவரம் உண்டாகுமேயொழிய, ஒரு நிகழ்ச்சியையும் ஒழுங்காகக் கேட்க முடியாது. ஆகவே, ஒவ்வொரு நிகழ்ச்சியையும் வெவ்வேறு அலை வரிசைகளுக்கு மாற்றவேண்டும். இரண்டாவது வானொலி பரப்பிகள் மின் அலைகளை வான் கம்பி மூலம் பரப்புகின்றன. இக் கம்பிகள் தாம் பரப்பும் அலைகளின் அலை நீளத்திற்கு ஒப்பான நீளமிருந்தால்தான் செவ்வனே அலைகளைப் பரப்பும். அலைவெண் அதிகமாக ஆக, அலை நீளம் குறையும். அப்பொழுது அதிகச் செலவில்லாமல் வான் கம்பி அமைக்க முடியும். ஆக, பாட்டு, பேச்சு முதலிய விஷயங்களை அலைமாற்றம் செய்யவேண்டும். மாறு மின்சார அலைக்கு வீச்சு, அலைவு எண் என்னும் இரண்டு குணங்களைக் கண்டோம். இவற்றுள், வீச்சை விஷயத்திற்கு ஏற்றவாறு மாற்றினோமானால் அதற்கு அலை வீச்சுப் பண்பேற்றம் என்பது பெயர். அப்பொழுது அம் மின்னலையை $A(1 + m\cos pt)\cos\omega_c t$ என எழுதலாம். இதில் p விஷயத்தின் சுழல் அலைவு எண்; ω_c என்பது அலை கடத்தியின் சுழல் அலைவு எண். இதில் m என்பது வீச்சுப் பண்பேற்றக் குறியீட்டு எண். அதன் மதிப்பு ஒன்று அல்லது ஒன்றிற்குக் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.



படம் 1—2. அலை வீச்சுப் பண்பேற்றம் (அலை மாற்றம்)

கணக்கு முறைப்படி (2) ஆவது சமன்கூற்றை மூன்று அலைகளின் கூட்டாகக் காணலாம்.

$$e = A\cos\omega_c t + \frac{mA}{2}\cos(\omega_c + p)t + \frac{mA}{2}\cos(\omega_c - p)t.$$

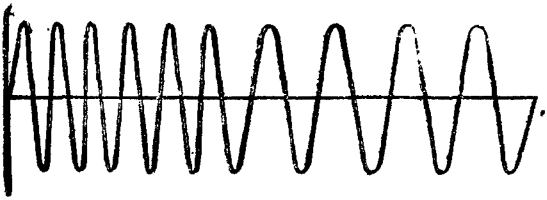
இதில் முதல் பாகம் ஊர்தி அலை என அறியலாம். மற்ற

இரண்டும் முறையே குறிப்புச் சுழல் அலைவு எண், ஊர்தி அலையின் சுழல் அலைவு எண்களுக்குக் கூடவோ குறைவாகவோ இருக்கின்றன. இவை, முறையே மேல்புற அலைவு எண், கீழ்ப் புற அலைவு எண் எனக் கூறப்படுகின்றன. ஆக விஷயத்தின் அலைவெண்கள் 5000 வரை இருப்பின் ஊர்தி அலையின் அலை வெண்ணின் இரு புறமும் 5000 அலைவுகள் வரை மின் அலைகள் பரவியிருக்கும். ஆக, இந்த வானொலியின் பட்டையகலம் 10 கிலோ அலைவுகள் ஆகும்.

மற்றொரு மாறுதல் முறை ஊர்தி அலையின் அலைவெண்ணைக் குறிப்பின் வீச்சுக்கு ஏற்றவாறு மாற்றுவது. இதற்கு அலை அலை வெண் பண்பேற்றம் என்பது பெயர். அப்பொழுது அந்த மின் அலையைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.

$$e = A \sin [\omega_c - \triangle\, \omega_c \sin pt]\, t \qquad \ldots\ldots \quad (3)$$

இதில் $\triangle\, \omega_c$ ஊர்தியின் சுழல் அலைவெண்ணின் வேறுபாடு எனலாம். $\frac{\triangle\, \omega_c}{\omega_c}$ = அலைவெண் மாறுதல் குறியீட்டு எண் என லாம். இது ஒன்றுக்கும் குறைவாக இருக்க வேண்டும். 3ஆவது சமன்கூற்றைக் கணித விதிப்படி விரிவுபடுத்தினால் அதில்



படம் 0—3.

அலை அலைவெண் பண்பேற்றம். (அலை மாற்றம்)

ω_c, $\omega_c \pm p$, $\omega_c \pm 2p$ ...... $\omega_c \pm np$ ஆகிய பல சுழல் அலைவெண் மின் அலைகளைக் காணலாம். ஆக, இத்தகைய மாறுதலின் அலைப்பரப்பு அதிகமாக இருக்கும். உதாரணமாக, குறிப்பின் அதிக அலை அலைவெண் fm அலைவுகளாக இருந்தால் அலைப் பரப்பு $2\left(\frac{\triangle\, \omega_c}{2\pi} + fm\right)$ அலைவுகளாக இருக்கும். ஆனால், இந்த அலையின் வீச்சு ஒரே மதிப்புடன் இருக்கும்.

வானொலி பரப்பிகளையும் ஏற்பிகளையும் ஒழுங்காக வேலை செய்விக்க, அநேக வளிம, வெற்றிட மின் குழல்களும், வளிம மின் குழல்களும் செய்யப்பட்டன பிறகு அக் குழல்கள் தொழிற் சாலைகளில் உள்ள பல பொறிகளைச் சீராக வேலை செய்விக்கவும், பல வீட்டு மின்கருவிகளிலும் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. திடப் பொருள் மின் மிகைப்பிகள் இப்பொழுது செய்யப்படுகின்றன. ஆக, தற்பொழுது மின்னணுக் கருவிகள், வானொலிக் கருவிகளுக்கு மட்டுமன்றி, மின்சாரக் கணக்கிடும் பொறிகள், பொறிகளைச் சீராக வேலை செய்விக்கும் மின்சாரக் கருவிகள் முதலியவற்றிலும் பயன்படுகின்றன.

1. அணுவும், பொருளும், மின்கடத்தலும்

நாம் பார்க்கும் பொருள்கள் பல்லாயிரக்கணக்கான தோற்றங்களில் காணப்படினும், இரசாயன விதிப்படி ஆராய்கையில் அவை 92அணுத் தனிமங்களின் சேர்க்கையால்உண்டாயிருப்பது புலப்படும். இந்த 92 தனிமங்கள் முறையே இரசாயன இயலில் தனிம அட்டவணையில் அடங்கும். ஆயினும் அணுவியல் விஞ்ஞானிகள் அணுவைத் துளைத்து, அணுவே சில மூலப் பொருள்களாலும் சக்திகளாலும் ஆக்கப்பட்டுள்ளதைக் கண்டனர். அம் மூலப் பொருள்கள் முறையே எதிர்மின்னி, கரு நேர்மின், நொதுமம், சக்தி மின்காந்த அலைக்கதிர்கள் ஆகியவை. எதிர்மின்னியின் பொருள் திணிவு 9×10^{-31} கிலோ கிராம. அதன் மின் ஏற்றம் $1 \cdot 6 \times 10^{-19}$ கூலும். பெயருக்கேற்றவாறு

படம் 1—1.

சில அணு அமைப்புகள்

+ நேர்மின அணு. O நொதுமம், — எதிர்மின்னி

அது எதிர்மின்னூட்டமுள்ளது. கோள்கள் சூரியனைச் சுற்றுவது போல் இந்த எதிர்மின்னிகள் அணுக் கருவைச் சுற்றி வருகின்றன. அணுக் கருவில் கரு நேர்மின்களும் நொதுமங்களும் உள்ளன. கரு நேர்மின்னும் நொதுமமும் ஒரே பொருள் திணிவுள்ளனவாகக் கொள்ளலாம். நொதுமத்திற்கு மின்னூட்டம் இல்லை.

கரு நேர்மின் நேர்மின்னூட்டம், 1.6×10^{-19} கூலும் உடையது. ஆனல் அணுமின் நடுநிலையுடையது. ஆகையால், அணுவில் சம அளவு கரு நேர்மின்களும் எதிர்மின்னிகளும் உள்ளன. எதிர்மின் சக்திகள் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கின்றன. நேர்குண மின்சக்திகள் எதிர்த்துத் தள்ளப்படுகின்றன. கூலும் விதிப்படி இச்சக்தி அம்மின்னேற்றங்களுக்கு நேர்விகிதமாகவும் இவைகளின் இடைவெளிக்கு இருமடி எதிர்விகிதமாகவும் இருக்கும். $f = \frac{q_1 q_2}{4\pi \varepsilon r^2}$. இதில் q_1, q_2 மின் துகள்களின் மின்னேற்றங்கள் : r அவைகளின் இடைவெளித் தூரம்.

எதிர்மின்னிகள் கருவைச் சுற்றி வருகையில் அவைகளின் மைய விலக்கு விசைகள் இந்தக் கூலும் ஈர்ப்பு விசைக்கு ஈடாகின்றன. $\frac{mv^2}{r} = \frac{q^2}{4\pi \varepsilon r^2}$ அல்லது $\frac{1}{2} mv^2 = \frac{q^2}{8\pi\varepsilon r}$. இதில் $\frac{1}{2} mv^2$ என்பது எதிர்மின்னியின் இயக்கச் சக்தியாகும். எதிர்மின்னி மின்புலத்தில் இருப்பதால் அதன் இருக்கைக்கு ஏற்றவாறு நிலைச்சக்தியும் உண்டு. இந் நிலைச்சக்தியின் அளவு $-\frac{q^2}{4\pi \varepsilon r}$ ஆக எதிர்மின்னி கருவைச் சுற்றி வட்டப் பாதையில் செல்கையில் மொத்தச் சக்தி $= -\frac{q^2}{8\pi \varepsilon r}$.

போர் (Bohr) என்ற விஞ்ஞானி இச் சுற்றுப்பாதைகளின் சக்தியைக் கணக்கிட, சில விதிகளை அமைத்தார். முதலில் எதிர்மின்னி வட்டப்பாதையில் செல்கையில் மின்காந்தக் கதிர்களை வெளியிடுவதில்லை. அது அந்த வட்டப்பாதையில் நிலைத்துச் செல்லும். இரண்டாவது எப்பொருளும் ஓர் இயக்க விசையுடன் செல்கையில் அது அலைச்சிறப்புகளைக் கொண்டதாக இருக்கும். இவ்வலையின் அலைநீளம் $\left(\frac{h}{mv}\right)$. இதில் h என்பது பிளாங்கின் நிலை எண். எதிர்மின்னி வட்டப்பாதையில் ஓர் இயக்க விசையுடன் சுற்றுகையில் அப் பாதையின் பரிதி ($2\pi r$) அலை நீளத்தின் முழு எண் பெருக்கமாக இருக்கவேண்டும்; அல்லது $n \frac{h}{mv} = 2\pi r$ அல்லது $mv = \frac{nh}{2\pi r}$

$$\frac{1}{2} mv^2 = \frac{n^2 h^2}{8\pi^2 r^2 m} = \frac{q^2}{8\pi \varepsilon r}$$

அல்லது $r = \frac{n^2 h^2 \varepsilon}{\pi m q^2}$

ஆகையால் மொத்தச் சக்தி $W_n = \frac{q^2}{8\pi \varepsilon_0 r} = \frac{q^4 . m}{8 \varepsilon_0^2 h^2} \times \frac{1}{n^2}$

இதிலிருந்து எதிர்மின்னி அணுவில் சில குறிப்பிட்ட சக்திகளுடனேயே இயங்க முடியும்; இச் சக்திகளுக்கு ஏற்றவாறு அவை அணுக் கருவிலிருந்து குறிப்பிட்ட தூரத்திலேயே இருக்க முடியும் என்று தெரிகிறது. எதிர்மின்னி ஒரு குறிப்பிட்ட கோள் வீதியிலிருந்து வேறு ஒரு கோள் வீதிக்குச் செல்லுகையில் அந்தச் சக்தி வேற்றுமையை ஈர்த்தோ அல்லது வெளியிட்டோ செல்லும். இவ்வாறு எடுக்கப்படும் சக்தி அக் கோள் பாதைகளின் சக்திகளின் வித்தியாசமாகும். அது மின்காந்தக் கதிர் வீச்சுகளாக வெளிப்படும். வெளிப்படும் கதிர்களின் அலைவு $= \frac{\text{ஆற்றல் வேறுபாடு}}{h}$, இதில் h பிளாங்கின் நிலை எண்.

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{c} \cdot \frac{q^4 m}{8 \varepsilon^2 h^3} \left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right]$$

$$= R \left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right]$$

இதில் $R = \frac{q^4 m}{8 \varepsilon^2 h^3 c}$.

போரின் விதி ஜலவாயு அணுவுக்கு மட்டுமே பொருந்தும். ஜலவாயு அணுவின் கருவில் ஒரு கரு நேர்மின்னும் கோளப் பாதையில் ஓர் எதிர்மின்னியுமே உண்டு. மற்ற அணுக்களில், கருவில் பல கரு மின்களும் கோளப்பாதைகளில் பல எதிர்மின்னிகளும் உள்ளன. இதனால் மின்புலத்தின் மின்புல விசைகள் கணக்கிட அரிதாகின்றன. ஷ்ராய்டிங்கரின் சமன்கூற்றின்படி பல எதிர்மின்னி கொண்ட அணுக்களை ஆராயலாம். இதில் பல அடிப்படைச் சக்திப் பொருள் மூலக்கூறுகளை அறியலாம். ஏற்கெனவே மூன்று மூலக்கூறுகளை நாம் அறிந்துள்ளோம். ஒரு பொருளின் நிறை அதிலுள்ள நொதுமங்கள் கரு நேர்மின்களின் நிறையைக் கொண்டது. ஆக, எந்தப் பொருளின் நிறையும் நொதுமத்தின் எடையின் முழு எண் பெருக்கலாக இருக்கும். ஆக அடிப்படை நிறை நொதுமத்தின் நிறை. அதுபோல் மின்னூட்டம் எதிர்மின்னியின் இருப்பினலும் இல்லாமையினலும் ஆனது. ஆக, மின்னூட்டம் ஓர் எதிர்மின்னியின் மின்

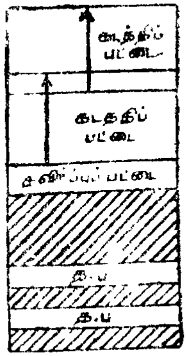
னூட்டத்தின் முழு எண் பெருக்கலாகத்தான் இருக்க முடியும். மின்காந்தக் கதிர்களை ஆராய்கையில் அக் கதிர்களின் சக்தி ஓர் அடிப்படைச் சக்தியின் முழு எண் பெருக்கலாகத்தான் இருக்க முடியும். அவ்வடிப்படைச் சக்தியின் மதிப்பு hf (இதில் h பிளாங்கின் நிலை எண்; f = கதிரின் அலைவு). மேற்கூறிய மூன்று அடிப்படை மூலக்கூறுகளை நாம் ஏற்கெனவே உபயோகித்து விட்டோம். இப்பொழுது காந்த சக்திக்கும் அடிப்படைக் கூறைக் காணலாம் எதிர்மின்னி நகருகையில் மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. இந்த மின்னோட்டத்தால் காந்த சக்தி உண்டாகிறது. காந்த சக்திக்கும் மூலக்கூறு உண்டு. அது போரின் காந்தகம் (Bohr's Magneton). காந்தத் திருப்புதிறன் போரின் காந்தகத்தின் முழுஎண் பெருக்கலாகவே அமையும். எதிர்மின்னி கருவைச் சுற்றி வருகையில் தன்னைத்தானே சுற்றிக்கொள்கிறது. இதன் காந்தத் திருப்புதிறன் ஒரு போரின் காந்தகம்; அதேபோல் அது கோளப்பாதையில் செல்லுகையில் உண்டாகும் காந்தத் திருப்பு திறன் போரின் காந்தகத்தின் முழு எண் பெருக்கலாக அமைய வேண்டும். அதுபோல் அந்தக் கோளப்பாதை அமையும் கோளப்பாதை வட்டமாகவோ, நீள்வட்டமாகவோ இருக்கலாம். வட்டப்பாதைக்குக் கோளச் சமச்சீர் இருப்பதால் அதன் பாதைக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட சுற்று அச்சு இருக்கமுடியாது. ஆனால், நீள்வட்டப் பாதைகளுக்கு அவற்றின் சுற்று அச்சு சில குறிப்பிட்ட திசைகளிலே இருக்கமுடியும். நாம் புறக் காந்தத்தின் திசையை அடையாளத் திசையாக எடுத்துக்கொள்ளலாம். எதிர்மின்னியின் நீள் வட்டப் பாதையின் காந்த இயக்க விசையின் அடையாளத் திசையில் பாகம் போரின் காந்தகத்தின் முழு எண் பெருக்கலாக இருக்க வேண்டும். அதற்கேற்றவாறு இந்த நீள்வட்டப் பாதைகள் அமையும். ஆக, ஒரு குறிப்பிட்ட மொத்தச் சக்திக்கு எதிர்மின்னி வட்டப்பாதை அல்லது நீள்வட்டப்பாதைகளில் அமையலாம். இதனால் அணுவைச் சுற்றும் எதிர்மின்னிகளை நான்கு மூலக்கூறு எண்களைக் கொண்டு அடையாளப்படுத்தலாம். அவைகள் முறையே n (முதல் மூலக்கூறு அடையாள எண்; இது எதிர்மின் அணுவின் மொத்தச் சக்தியைக் குறிக்கிறது ; l (இது கோள மூலக்கூறு அடையாள எண். இது எதிர்மின்னி வட்டம் அல்லது நீள்வட்டக் கோள்பாதையைக் குறிக்கிறது.); m (காந்த மூலக்கூறு அடையாள எண். இது எதிர்மின்னி கோள் பாதையின் காந்த இயக்க விசையின் அடையாளத் திசையில் பாகத்தைக் குறிக்கிறது) ; m_s (எதிர்மின்னியின் சுற்றுக் காந்த இயக்க விசை எண்.) எதிர்மின்னி தன்னைத்தானே சுற்றுகையில் இடமாகவோ, வலமாகவோ சுற்றிக்கொள்ளலாம். ஆக m_s - க்கு இரண்டு நிலைகள்தாம் உண்டு.

n-க்கு ஒன்று, இரண்டு, மூன்று ஆகிய முழு எண் மதிப்புகளே இருக்கும். *l* ஆனது 0, ஒன்று, இரண்டு முதல் $(n-1)$வரை ஆகிய முழு எண் மதிப்புகள் அடையும். *m* ஆனது, $-l$ முதல் $+l$ வரை முழு எண் மதிப்புகளை அடையும். உதாரணமாக, $n = 1$ ஆகும் பொழுது, $l = 0$ ஆகும். *m* ம் 0 ஆகும். m_e இரண்டு ஆக, *n* ஒன்றாக இருக்கையில் இரண்டு மின்கோளப் பாதைகள்தாம் அமையும். *n* இரண்டானால் *l* ஆனது 0, 1 ஆக இரண்டு மதிப்புகள் பெறும். $l = 0$ ஆக இருக்கையில் *m*-ம் 0 ஆகும். அதில் இரண்டு எதிர்மின்னிகள். *l* ஆனது 1 ஆனாலோ *m* ஆனது $-1, 0, +1$ ஆக மூன்று மதிப்புகளைக் கொள்ளும். ஒவ்வொன்றிலும் இரண்டு எதிர்மின்னிகள். ஆகையால் *l* ஒன்றாகும்பொழுது 6 எதிர்மின்னிகள். *n* இரண்டானால் மொத்தம் 8 எதிர் மின்பாதைகள் அமைகின்றன. இதே போல் $n = 3$ ஆனால் 18 எதிர்மின் பாதைகள், $n = 4$ ஆனால் 32 எதிர்மின் பாதைகள் என்று மேலே கணக்கிட்டுக் கொண்டு போகலாம். ஒளிவர்ண மாலை மொழியில், $l = 0$ ஐ *S* நிலை என்றும், $l = 1$ ஐ *P* நிலை என்றும், $l = 2$ ஐ *D* நிலை என்றும் கூறப்படும். எந்தப் பாதையில் எதிர்மின்னி அமையும் என்பதைக் கண்டுபிடிக்க இரண்டு விதிகள் உதவுகின்றன. ஒன்று, இயற்கையில் சாதாரணமாகக் குறைந்த சக்தி அளவில் பொருள்கள் அமையும். இரண்டாவது பௌலியின் விலக்குக் கொள்கை. இதன்படி எந்த இரண்டு எதிர்மின்னிகளும் ஒரே நான்கு மூலக்கூறு அடையாள எண்கள் உடையனவாக இரா. மேலே கூறியபடி $_1s^2$, $_2s^2$, $_2p^6$, $_3s^2$, $_3p^6$, $_3d^{10}$, $_4s^2$, $_4p^6$, $_4d^{10}$, $_4f^{14}$, $_5s^2$... இவ்வரிசையில் இடக் கீழ் எண் முதல் மூலக்கூறு அடையாள எண். *s p* முதலியவை மேலே விளக்கப்பட்டவை. வல மேல் எண் எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை. ஆக மேலே கூறப்பட்ட விதிகள்படி முதலில் 1^s, பிறகு 2^s, பிறகு $2p^1$. இவ்வாறாக எதிர்மின்னிகளைக் கொண்டு நிரப்பப்படுகிறது. $_1s^1$-இது ஜலவாயு. $_1s^2$-இது ஹீலியம். $_1s^2\,_2s^1$-லிதியம்; இவ்வாறு 92 தனிமங்கள் வளர்கின்றன.

ஒவ்வொரு தனிமத்திலும் அநேக எதிர்மின் பாதைகள் முன்னே கூறியபடி அமையும். ஆனால் எதிர்மின்னிகளின் மொத்தச் சக்தி குறைந்த அளவில் இருக்கவேண்டும். ஆகவே, 1^s, 2^s முறையில் எதிர்மின்னிகள் வரிசையாக அமைந்து எதிர் மின்னித் தொகை முடிந்ததும் நின்றுவிடும். அதற்கு மேலும் அநேகக் கோளப்பாதைகள் உண்டு. ஆனால், அவை அதிகச் சக்தி எதிர்மின்னிகள் போகும் பாதைகளாகும். அந்தப் பாதை

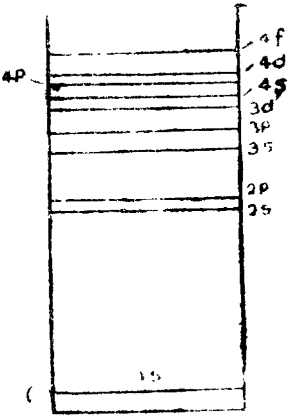
களுக்குச் செல்ல எதிர்மின்னிக்குச் சக்தி ஊட்டப்படவேண்டும். இந்தச் சக்தியை மின்காந்தக் கதிர்களாலோ, மோதலாலோ, அல்லது வெப்பத்தாலோ அளிக்கலாம். அதிக சக்திப் பாதைக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்ட எதிர்மின்னி தன் பழைய பாதைக்குத் திரும்பும்பொழுது மிகுந்த சக்தியை வெளிப்படுத்திவிட்டுத்தான் திரும்பும். இச் சக்தியை வெளிப்படுத்தமுடியுமா என்று பார்க்க வேண்டும். இவ்விரு பாதைகளுக்கும் காந்த மூலக்கூறு அடையாள எண் ஒன்ருக இருந்தால் எச்சச் சக்தியை மின்காந்தக் கதிர்களாக வெளியிட்டு எதிர்மின்னி திரும்பும். காந்த மூலக்கூறு அடையாள எண் வேருக இருந்தால் பழைய பாதைக்கு வர,புறக் காந்த சக்தியிருக்கவேண்டும். அப்பொழுதுதான் சக்தி, காந்த இயக்கச் சக்தி அழிவின்மை விதிகள் காப்பாற்றப்படும்.

தனிமையில் உள்ள அணுவில் பல குறிப்பிட்ட சக்தி மட்டங்கள் எதிர்மின்னிக்கு உண்டு. ஆனல், பல அணுக்கள் சேர்ந்த திடப்பொருளாக ஆகையில் இச் சக்தி மட்டங்கள்



படம் 1—2 (a).

படிகத்துள
எதிர்மின்னியின் சக்திப் பட்டைகள
கோடிட்டவை அடங்கு பட்டைகள்



படம் 1—2 (b).

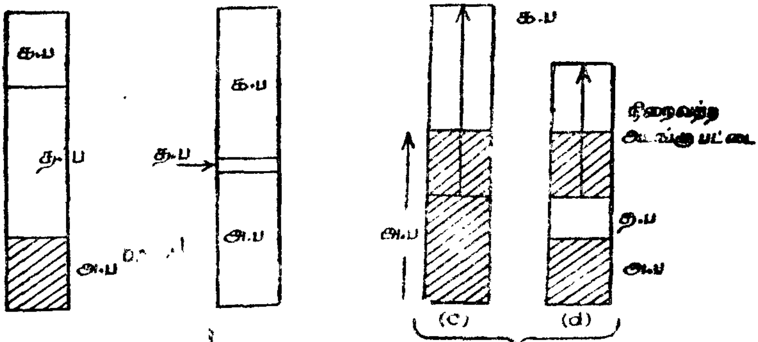
தனி அணுவின்
சக்தி மட்டங்கள

என்னவாகின்றன? பௌலியின் விலக்கு கொள்கைப் பொருளி லுள்ள எல்லா எதிர்மின்னிகளுக்கும் உரித்தாக வேண்டும். அப்பொழுது இச் சக்தி மட்டங்கள் குறிப்பிட்ட மதிப்புள்ளன அல்லாமையால் சக்திப் பட்டைகளாக மாறுகின்றன. ஒவ்வொரு

சக்திப் பட்டைக்குள்ளும் அந்த மட்டத்தில் அணுவில் உள்ள எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கையைப் பொருளிலுள்ள மொத்த அணுக்களின் எண்ணிக்கையால் பெருக்கப்பட்ட அளவு சக்தி மட்டங்கள் இருக்கவேண்டும் ஏனென்றால், ஒரே சக்தி மூலக்கூறு அடையாள எண்ணுடன் இரண்டு எதிர்மின்கள் இருக்க முடியாதே !

நாம் படிகத்தன்மை வாய்ந்த பொருள்களை ஆராய்வோம். இவற்றுள் அணுக்கள் ஓர் ஒழுங்கான அமைப்பில் உள்ளன. ஒவ்வோர் அணுவைச் சுற்றியும் மின்புலம் இருக்கிறது. ஏனென்றால் அணுக் கருவில் கரு நேர்மின்கள் உள்ளன. ஆகவே, அவைகளைச் சுற்றி மின்புலம் அமையும். ஆக எதிர்மின்னிகள் ஓடும்பொழுது அவற்றின்மீது உண்டாகும் இந்த ஒழுங்கான இடைவெளி அமைப்பில் வரும் மின்புலம் ஈர்ப்பு விசை அதன் போக்கை மாற்றும். இதனால் சில இயங்கு சக்தி உடைய எதிர் மின்னிகள் சுலபமாக ஓடக்கூடும்; சில இயங்கு சக்திகள் உள்ள எதிர்மின்னிகள் படிகத்தில் ஓடமுடியாமல் தடைப்படும். ஆக, பளிங்கிற்குள் இருக்கும் எதிர்மின்னிகள் சில சக்திப் பட்டை களுக்குள் அடங்கும். சக்திப் பட்டைகளுக்குள் அடங்கும் சில எதிர்மின்னிகள் காணப்படமாட்டா. இவைகளைத் தவிர்ப்புப் பட்டைகள் எனலாம். அடங்கும் சக்திப் பட்டைக்குள் உள்ள சக்தி மட்டங்களில் எல்லாம் எதிர்மின்னிகள் இருந்து, அதற்கடுத்த அடங்கு பட்டை காலியாக இருந்து, இடையில் தவிர்ப்புப் பட்டையிருந்தால் அப் பொருள் மின்காப்பியாக இருக்கும். அடங்கும் சக்திப் பட்டை நிறைவற்றிருந்தாலோ அல்லது இரண்டு அடுத்தடுத்த அடங்கும் சக்திப் பட்டைகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்திருந்தாலோ, அப்படிகம் நல்ல மின்கடத்தியாக இருக்கும். மின்காப்புத் தன்மை நிறைவு பெற்ற சக்திப் பட்டைக்கும் அதற்கு மேலுள்ள காலியான அடங்கும் சக்திப் பட்டைக்கும் இடையே உள்ள தவிர்ப்புப் பட்டையின் அகலத்தைப் பொறுத்தது. எதிர்மின்னியின் பொருள் செறிவு மிகக் குறைவாக இருப்பதால் அதன் சக்தியை ஜௌல் அளவையில் குறிப்பிடுவது மிகச்சிறிய எண்ணாக வரும். ஆகவே, எதிர்மின்னி பொறுத்தவரை ஒரு புதிய சக்தி அளவு உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. இது **எலக்ட்ரான் வோல்ட்** எனப்படும். இது எதிர்மின்னி ஒரு வோல்ட் மின்னழுத்த விசையில் ஓடும்பொழுது அதற்குக் கூடும் சக்தியைக் குறிக்கிறது. ஓர் எலக்ட்ரான் வோல்ட் $1 \cdot 6 \times 10^{-19}$ ஜௌல் தவிர்ப்புப் பட்டையின் அகலம் $2eV$ அல்லது அதற்குக் குறைவாக இருந்தால் அப் படிகத்தைக் குறைகடத்தி எனலாம். $4eV$-க்கு மேலாக இருந்தால் மின்காப்பி எனலாம்.

போல்ட்ஸ்மன் விதிப்படி சார்பிலாப் பூச்சிய உஷ்ண நிலையில் எல்லாப் பொருள்களும் சலனமற்ற நிலையை அடைந்துவிடும்.



(a) காப்பி (b) குறைகடத்தி கடத்தி

படம் 1—3.

சக்திப் பட்டைகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்த பட்டைகள்

க. ப : கடத்திப் பட்டை த. ப : தவிர்ப்புப் பட்டை அ. ப : அடங்கு பட்டை

அப்பொழுது அவைகளின் சக்தியும் பூச்சியமாகிவிடும். ஆனால் பௌலியின் விதிப்படி, எதிர்மின்னிகளின் சக்தியும் பூச்சியமாகி விட முடியாது. ஆகவே, அடிப்படைப் பூச்சிய உஷ்ண நிலையிலும் எதிர்மின்னிகள் அதிகச் சக்தி உடையவைகளாக இருக்கும். எதிர் மின்னியின் அதிகபட்ச சக்தியை ஃபர்மி (Fermi) சக்தி என்று கூறலாம். பொருளை உஷ்ணப்படுத்த பொருளில் உள்ள மூலக் கூறுகள் சக்தி பெறுகின்றன. அதனால் அவை சலனமடை கின்றன. இச் சலன சக்தியில் சில, எதிர்மின்னிகளுக்கும் சேரும். இதனால் ஏற்கெனவே அதிகச் சலன சக்தியிலுள்ள எதிர்மின்னி கள் இன்னும் சக்தியடைகின்றன. உஷ்ண நிலைக் கேற்றவாறு எதிர்மின்னிகளின் சக்திப் புள்ளியியலை ஃபர்மியின் புள்ளியியல் எடுத்துரைக்கிறது. இந்தப் புள்ளியியல்படி ஏற்கெனவே அதிகச் சக்தி வாய்ந்த எதிர்மின்னிகள் மேலும் சக்தி பெறுகின்றன. குறைந்த சக்தி ரகத்தில் உள்ள எதிர்மின்னிகளின் சக்திகளில் மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. ஓர் அணுவைச் சுற்றிவரும் எதிர் மின்னிகளில் கருவுக்கருகே உள்ள எதிர்மின்னி வெளிக் கோளப் பாதை எதிர்மின்னிகளின் எதிர்ப்பு விசையாலும் கருவின் ஈர்ப்பு விசையாலும் அந்த அணுவையே சுற்றிவரும். வெளிக்கோளப் பாதையிலுள்ள எதிர்மின்னிகள் பக்கத்தில் உள்ள அணுக்கரு விசையால் ஈர்க்கப்படுகின்றன. ஆக, சில எதிர்மின்னிகள்

அணுவிற்கு அணு தாவிச் செல்லும். இந்தத் தளையற்ற எதிர் மின்னிகளால் மின்கடத்தல் ஏற்படுகிறது. இந்தத் தளையற்ற எதிர்மின்னிகள் பளிங்கினுள் தாவித்தாவி செல்லும். ஆனால், பளிங்கின் எல்லைப்புறத்தில் தடுப்புச் சக்தியால் இவை நிறுத்தப் படுகின்றன. ஏனென்றால், வெளிப்பரப்புக்கு வரும்பொழுது வெளிப்புற அணுக்களே உள்ளன. அவை எதிர்மின்னிகளை உள் ஈர்க்கின்றன. ஆக, எதிர்மின்னி பளிங்கிற்கு வெளியே வர இந்த ஈர்ப்புச் சக்தியை வெல்லவேண்டும். இந்தக் குறைந்தபட்ச சக்திக்கு வெளியேற்று ஆற்றல் என்பது பெயர். இது எதிர் மின்னியைப் பளிங்கிற்கு உள்ளிருந்து வெளி வராமல் தடுக்கும் சக்தி ஆகும் எதிர்மின்னி பளிங்கிலிருந்து வெளியே வர அதற்குக் குறைந்தது வெளியேற்று ஆற்றல் அளவு சக்தி கூடுதலாக இருக்கவேண்டும். இந்தக் கூடுதல் சக்தியை வெப்பத்தாலோ, மின்காந்தக் கதிர்களாலோ, ஒளியாலோ அல்லது மோதலாலோ அளிக்கலாம். இவ்வாறு எதிர்மின்னிகளை வெள்வரச் செய்வது எதிர்மின் உமிழ்தல் எனப்படும். இம்முறைகள் முறையே வெப்ப எதிர்மின் உமிழ்வு, ஒளிக்கதிர் எதிர்மின் உமிழ்வு, துணை எதிர்மின் உமிழ்வு, மின்விசை எதிர்மின் உமிழ்வு எனக் கூறப்படும்.

பிரச்சினைகள்

1. ஜலவாயு அணுவில் எதிர்மின்னியின் வட்டப்பாதைகளின் ஆரம் $r = \dfrac{h^2 \varepsilon_0 n^2}{\pi m q^2}$ என்று காட்டவும். இதில் n என்பது பூச்சியம் தவிர மற்ற முழு எண்ணாகும். n ஒன்றாகும் பொழுது, ஆரம் $= 0{\cdot}53 \times 10^{-10}$ மீட்டர் என்பதைக் காட்டவும்.

2. இரிட்பர்க் நிலை எண் $R = \dfrac{m q^4}{8 \varepsilon_0^2 h^3 \cdot c} = 1{\cdot}10 \times 10^{-7}$ என்பதை நிரூபிக்கவும்.

3. ஒரு மின் காந்த அலையின் அடிப்படைச் சக்தியை ஃபோடான் (Photon) என்று அழைக்கிறோம். அதன் மதிப்பு hf.

ஒரு 1400 Å அலை நீளமுள்ள ஃபோடான் பாதரஸ ஆவியால் ஏற்கப்படுகிறது. அதனின்றும் இரண்டு ஃபோடான்கள் வெளி வருகின்றன. அவற்றுள் ஒன்றன் அலைநீளம் 1850 Å ; மற்றதன் அலை நீளம் என்ன ?

[குறிப்பு : ஏற்கப்பட்ட திறன் $= h \cdot f = \frac{hc}{\lambda} = W_1$; வெளியிடப்பட்ட திறன்கள் W_2, W_3 என்று கொள்வோம். அப்படியானால் $W_1 = W_2 + W_3$.

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2}; \quad \text{அல்லது} \quad \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$$

1 Å என்பது 10^{-10} மீட்டர்.

ஆகவே $\frac{1}{1400} = \frac{1}{1850} + \frac{1}{\lambda_2}$; $\lambda_2 = \frac{1400 \times 1850}{450}$ Å]

4. ஜல வாயு அணுவின் தாழ்ந்த ஆறு சக்தி மட்டங்கள் முறையே 0, 10·19, 12·07, 12·73, 13·04 13·20 எலக்ட்ரான் வோல்ட ஆகும். ஜல வாயு 972 Å அலை நீளமுள்ள மின் காந்த அலையை ஏற்றுக்கொண்டால் எந்த அலை நீளக் கதிர்கள் வெளி வரும்?

[குறிப்பு: ஃபோடான் $= \frac{hc}{\lambda}$. இதை எதிர் மின்னியின் மின்னேற்றத்தினால் வகுத்தால் சக்தி எலக்ட்ரான் வோல்ட்டில் வரும். ஆகவே, ஃபோடானை $\frac{hc}{q\lambda}$ eV எனக் குறிக்கலாம்.

$$= \frac{6{\cdot}626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{1{\cdot}6 \times 10^{-19} \times \lambda\,(\text{Å}) \times 10^{-10}} = \frac{19878}{1{\cdot}6 \times \lambda\,(\text{Å})}$$

$$= \frac{12424}{\lambda\,(\text{Å})}\, eV$$

ஆகவே 972 Å கதிரின் ஃபோடான் சக்தி $\frac{12424}{972} = 13{\cdot}04\ eV$

அலை நீளங்கள் முறையே $\frac{12424}{13{\cdot}04}$ Å, $\frac{12424}{13{\cdot}04 - 12{\cdot}73}$,

$\frac{12424}{12{\cdot}73 - 12{\cdot}07}$, $\frac{12424}{12{\cdot}07 - 10{\cdot}19}$, $\frac{12424}{10{\cdot}19}$ Å ஆகும்.]

5. ஒரு வானொலி கடப்பி. 10 MHz-ல் 1000 வாட் பரப்புகிறது. அதன் ஃபோடானின் சக்தியை எலக்ட்ரான் வோல்டில் குறிப்பிடவும். ஒரு நொடியில் எத்தனை ஃபோடான்கள் வெளி வருகின்றன ?

6. நொடிக்கு 1 மீட்டர் வீதம் நகரும் 1 கிலோ பொருள் திணிவுள்ள ஒரு பொருளின் அலை நீளமென்ன ?

[குறிப்பு : $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6{\cdot}624 \times 10^{-34}}{1 \times 1} = 6{\cdot}624 \times 10^{-34}$;

10 eV சக்தியுள்ள ஓர் எலக்ட்ரானின் அலை நீளமென்ன ?

$$10\, eV = 10 \times 1{\cdot}6 \times 10^{-19} \text{ ஜூல்} = \frac{1}{2} m_e v^2.$$

ஆகவே $m_e v = \sqrt{16 \times 10^{-19} \times 2 \times 9 \times 10^{-31}}$

$\lambda = \frac{h}{m_e v}$.]

7. ஆர்கான் வாயு வெளியிடும் 11·6 eV ஃபோட்டான் ஸோடியம் வாயுவில் விழுகிறது. இதனால் ஸோடியம் அணுவிலிருந்து வெளிவரும் எதிர் மின்னியின் வேகமென்ன ?

ஸோடியத்தின் அயனித்துவ சக்தி 5·12 eV.

[குறிப்பு : 11·6 eV சக்தியை ஏற்றுக்கொண்ட எதிர்மின்னி 5·12 eV வெளிவர உபயோகிக்கிறது. மற்றவை சலன சக்தியாகக் கொள்ளும்.

$$\text{சலன சக்தி} = \frac{1}{2} m_e v^2 = (11{\cdot}6 - 5{\cdot}12) \times 1{\cdot}6 \times 10^{-19}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6{\cdot}48 \times 1{\cdot}6 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31}}} \text{ நொடிக்கு மீட்டர்.]}$$

குறிப்புப் புத்தகங்கள்

1. Millman, J. and S. Seely : 'Electronics', McGraw Hill Book Co.
2. Spangenberg, K. R.: 'Vacuum Tubes', McGraw Hill Book Co.
3. Millman, J. and Halkias, C. C. : 'Electronic Devices and Circuits', McGraw Hill Book Co., 1967.

2. எதிர்மின்னி உமிழ்வான்கள்

ஒரு பொருளைச் சூடாக்கினால் அது விரிவடைகிறது. வெப்பம் ஏற ஏற, அது நீர்த்தன்மை அடைகிறது. சாதாரண திடப் பொருள் அணுக்களின் எதிர்மின்னி ஈர்ப்பால் திடத்தன்மை உடையது. அணுக்களுக்கு வெப்பத்திற்கு ஏற்றவாறு சலன சக்தியுண்டாகிறது. இச் சலன சக்தி எதிர்மின்னி ஈர்ப்பை எதிர்ப்பதால் பொருள்கள் விரிவடைகின்றன; அதாவது, அணுக்களின் இடைவெளி அதிகமாகிறது. அதேபோல் திடப் பொருள்களில் உள்ள எதிர்மின்னிகளின் சக்தியும் அதிகரிக்கிறது. ஆனால் சாதாரணமாகவே ஒரு திடப் பொருளில் உள்ள எதிர்மின்னிகள் அதிகச்சக்தியுடன் இருப்பதால் திடப் பொருளில் உள்ள மொத்த எதிர்மின்னிகளில் மிகக் குறைந்த அளவே இச் சக்தியைப் பெறுகின்றன. ஆனால் அதிக அளவு வெப்பநிலையை அடையுமுன் இப் பொருள்கள் திடத் தன்மையை இழந்து விடலாம். ஆகவே திடத்தன்மை வழுவாத மின்னிழையம், மாளப்பிடனம், வொம்மம் ஆகிய தனிமங்களே வெப்ப எதிர் மின்னி உமிழ்வுக்கு எதிர்மின் முனையாக உபயோகப்படுகின்றன. இவற்றுள் மின்னிழையம் மின் ஒளி விளக்குகளில் அதிகமாக உபயோகப்படுகிறது. அதன் குணங்கள் நன்கு ஆராயப் பட்டுள்ளன. இதன் வெளியேற்று ஆற்றல் 4·52 *eV*. அது 2400 - 2600°*K* உஷ்ணத்தில் இருக்கும்பொழுது அதனின்றும் நிறைய எதிர்மின்னிகள் வெளிப்படுகின்றன. வெப்ப எதிர் மின்னி உமிழ்வு மின்னோட்டத்தை ரிச்சர்ட்சன் என்பவர் ஆராய்ந்து, இதனால் உண்டாகும் உச்ச தெவிட்டிய மின்னோட்டத்திற்குக் கீழே குறிப்பிட்ட சூத்திரத்தைச் சொல்கிறார் :

$$J = AT^2 exp \left(- \frac{\phi e}{kT} \right)$$

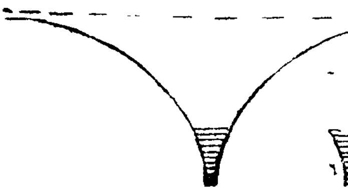
இதில், J என்பது மின்னோட்டச் செறிவு ஆம்பியர்/ச. மீ. T என்பது வெப்பநிலை °k (கெல்வின்) [$O°C = 273°K$, $T°K = (273 + T°E)$]

ϕ = எலக்ட்ரான் வோல்டில் வெளியேற்று ஆற்றல்.

e = எதிர் மின்னியின் மின்னேற்றம்

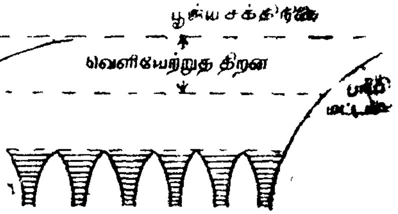
k=போல்ட்ஸ்மனின் நிலை எண் [$1{\cdot}38 \times 10^{-23}$ ஜௌல்/°K.]

A என்பது தனிமங்களுக்கு 120 4 $\times$ 10^4 என்ற மதிப்பு பெறும். ஆனால், அனேக தனிமங்களின் எதிர்மின் உமிழ்வுத் தன்மைகளை ஆராய்ந்தபொழுது A-ன் மதிப்பு $60{\cdot}2 \times 10^4$ ஆக வந்தது. இதற்குப் பல காரணங்கள் கூறலாம். முதலில் ஒரு திடப் பொருளின் மேற் பரப்பு என்பது சமமான மட்டமாக இருப்ப தில்லை. அணுக்கள் எவ்வாறு முடிகின்றனவோ, அதன்படி மேற்பரப்பு அமைகிறது. இரண்டாவது ஃபர்மி மட்டம் (Fermi level) வெப்பநிலைக்கு ஏற்றவாறு மாறுதல் அடைகிறது. ஆக, A-ன் மதிப்பை $60{\cdot}2 \times 10^4$ என்றே கொள்ளலாம். மின்னி ழையம் எதிர்மின் முனைகளை அதிக வெப்பநிலையில் வைக்க வேண்டியிருப்பதால் மின்சக்தி அதிகம் செலவாகிறது. ஆக, குறைந்த வெப்பநிலையில் வேலை செய்யும் உமிழ்வான்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி நடந்தது. இவற்றுள் உலோகப் படல உமிழ் வான்கள் ஒரு வகை. மின்னிழையத்தின் மேல் ஓர் அணு அளவு தோரியப்படலம் 1900°K வெப்பநிலையிலேயே அதிக எதிர்மின்னி களை வெளிப்படுத்துகின்றது. இதற்குக் காரணம் தோரியம் மின் னிழையத்திற்கு அருகில் ஒரு நேர்மின்படலமாக அமைதலாகும். அதனால் மின்னிழையத்திலுள்ள எதிர்மின்னிகள் மேல் மட்டத் திற்கு ஈர்க்கப்பட்டு வெளி வருகின்றன. தோரியத்தின் வெளி யேற்று ஆற்றல் 3·5 eV. ஆனால் தோரியப் படல மின்னிழையத்



படம் 2—1.

ஓர் அணுவின சக்தி-திசைச் சமன்பாடு

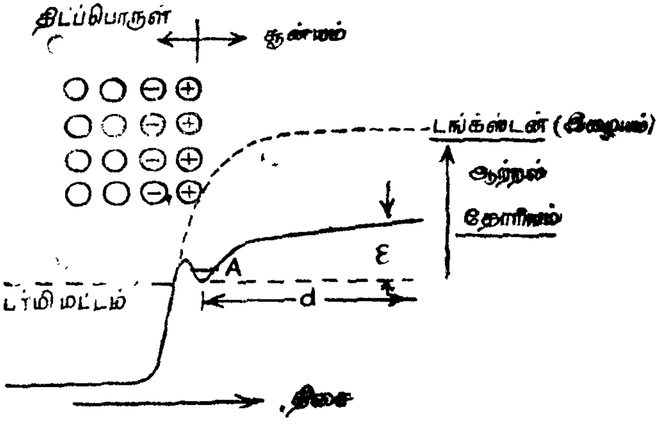


படம் 2—2.

பல அணுக்கள கொண்ட திடப்பொருளின சக்தி-திசைச் சமன்பாடு

தின் வெளியேற்று ஆற்றல் 2·6 eV. இதை விளக்க அலையியக்க விதிகளின் உதவி தேவை. அணுக் கருவுக்கருகில் உள்ள எதிர் மின்னியின் சக்தி, கருவிலிருந்து அது இருக்கும் தூரத்தைப்

பொறுத்தது பல அணுக்கள் உள்ள திடப்பொருளில் நிலைச் சக்தியின் வரிவடிவம் மலைமடுக்களாக ஆகின்றது. ஆனால் வெளிப் பரப்புக்கு வருகையில் தனி அணுவின் நிலைச் சக்தியே வரும். ஏனென்றால் வெளிப்புறத்தில் அணு இல்லை. தோரியம் மின்னிழையத்திற்கு அருகே இருக்கையில் நிலைச் சக்தியின் வரி வடிவத்தில் படம் 2-3-ல் காட்டியவாறு ஒரு வளைவு தோன்றும். ஏனென்றால் தோரியம் மின்னிழையத்திற்கு அருகே நேர்மின் ஏற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. அதனால் நிலைச் சக்தி வடிவத்தில் ஒரு வளைவு உண்டாகிறது. அதன் விளைவு எதிர்மின்னிகள் *A* மட்ட நிலையை அடைந்தால் அங்

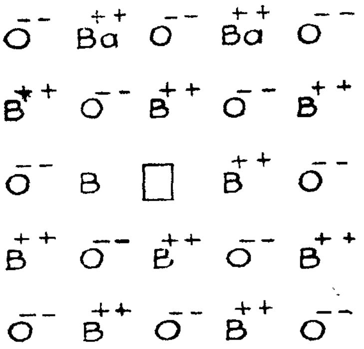


படம் 2—3.

தோரியப் படல மின்னிழைய உமிழ்வான். ஆற்றல். திசை மாறுபாடு

கிருந்து அலைக்குடைவின் (Tunnel) மூலம் வெளி வரும். ஆக, எதிர்மின்னிகள் *A* மட்டத்தை அடையவேண்டிய சக்தியைப் பெற்றால் போதும். பிறகு அலைக்குடைவின் மூலம் வெளிவரும். ஆனால் *A* மட்டத்தை அடைந்த எல்லா எதிர்மின்னிகளும் பரப்புக்கு வெளியே வர முடியாது. இருப்பவையின் $e^{-[2 \times d \times 8\pi^2\varepsilon/h^2]}$ பங்குதான் வரும். இதில் *d* அளவு மிகக் குறைவாக இருப்பதால் 100-ல் 5 பாகம் வெளிவரும். ஆக ரிச்சர்ட்சன் சூத்திரத்தில் வரும் *A* என்னும் நிலை எண்ணின் மதிப்பு 3×10^4 ஆக மாறும்.

சில காரமண் பொருள்களின் உயிரகைகளைக் கொண்டும் வெப்ப எதிர்மின் முனைகள் தயாரிக்கலாம். கால்ஸியம், பேரியம், ஸ்ரான்ஷியம் ஆகிய பொருள்களின் உயிரகைக் கலவைகளை நிக்கல் உருளையின் மேல் தடவுகிறார்கள். பிறகு அவ்வுருளையை வெப்பப்படுத்தி எதிர்மின் முனைகளைத் தயாரிக்கிறார்கள். கால்ஸியம் (3·2 eV), பேரியம் (2·52 eV), ஸ்ரான்ஷியம் (2·1 eV) உயிரகைகளில் சில உயிரக அணுக்கள் ஆவியாகிவிட்டால் அவை வெறும் தனிமங்களாக நிற்கும். உயிரகைகளுக்கு இடையே தனிமங்களாக நிற்கும் இவை, எதிர்மின்னியை வெளிப்படுத்தி மற்றக் குறையணுக்களைப் போல இருக்க முயலும். ஆக, அந்த அணுவின் வெளியேற்று ஆற்றல் குறைந்து விடுகிறது. 1eV சக்தியில் எதிர்மின் உமிழ்வு ஏற்படுகிறது. ஆனால் இது நேர, அந்த உயிரகையிலுள்ள பேரியம் அல்லது கால்ஸியத் தனிமங்கள் குறைந்த அளவினவாகவே இருக்கவேண்டும். ஆகவே, ரிச்சர்ட்டன் சூத்திரத்திலுள்ள A என்ற நிலை எண் 0·1 அல்லது 0·1 × 10⁴ ஆக இருக்கிறது. வெளியேற்று ஆற்றல் குறைவதால் குறைந்த வெப்பநிலையிலேயே அதிக அளவு எதிர்மின்னிகள் வெளிப்படுகின்றன. 1000 — 1100°K இதன் வேலைப் பாடு வெப்ப நிலை.

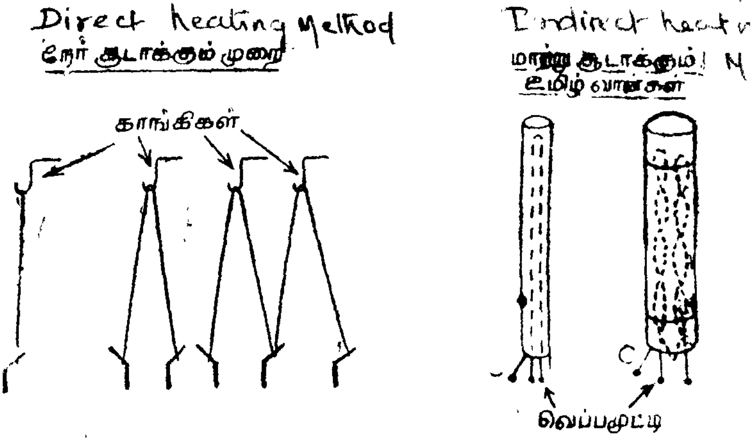


படம். 2—4.

பேரிய உயிரகையின் படிக அமைப்பு செவ்வகம் உயிர் வாயுக் குறையைக் காட்டுகிறது.

உமிழ்வான்களை அவை வேலை செய்யும் உஷ்ண நிலையில் கொண்டு வர மின் சக்தியையே உபயோகப்படுத்துகிறோம். உமிழ்வானையே வெப்பமூட்டியாக உபயோகப்படுத்தலாம். இவை வெப்பமூட்டி உமிழ்வான்களாகும். மின்னிழையமும் தோரியமும் வெப்பமூட்டி உமிழ்வான்களாகும். ஆனால் உயிரகைகள் மின்காப்பிகளாதலால் அவைகளுக்குள் மின் னோட்டம் ஏற்படாது. ஆகவே, அவற்றை, மின் பாய்ச்சிச் சூடாக்க முடியாது. ஆகவே வேறு ஒரு வெப்ப மூட்டிக் கருவை உபயோகப்படுத்தவேண்டும்.

மின் இழையத்தால் ஆன வெப்பமூட்டும் சுருளைச் சுற்றி ஒரு நிக்கல் உருளையை வைக்கிறோம். அவ்வுருளையின்மேல் காரமண் தனிமங்களின் உயிரகைகளைப் பூசுகிறோம். இவை மாற்று சூடாக்கும் எதிர்மின் முனைகள் எனப்படும். வெப்பமூட்டிய நிக்கல் சுருளையே உபயோகித்து, அதன்மேல் உயிரகைக் கலவைகளைப் பூசினால் உண்டாகும் உமிழ்வான்கள் நேர் சூடாக்கும் எதிர்மின் முனைகள் எனப்படும்.

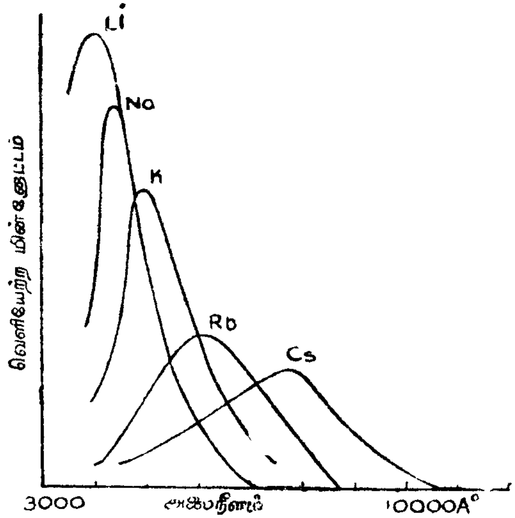


படம் 2—5.
வெப்பமூட்டும் உமிழ்வான்கள்

மாற்று சூடாக்கும் உமிழ்வான்களில் சூடு பரப்புதலால் உமிழ்வானுக்கு வருகிறது. ஆகையால் அதிக மின்சக்தியை உபயோகிக்கவேண்டியிருக்கிறது. ஆனால் நேர் முறையில், வெப்பமூட்டியே உமிழ்வானாக இருப்பதால் அதன் உஷ்ணநிலையும் உமிழ்வானின் உஷ்ணநிலையும் ஒன்றாகும். இதில் மின்சக்தி குறைவாகவே தேவைப்படுகிறது. உதாரணமாக, இந்த வெப்ப உமிழ்வான்களின் குணங்களை ஆராயலாம். மின்னிழைய உமிழ்வான் ஒரு வாட் மின் வெப்ப சக்திக்கு 2—10 மில்லி ஆம்பியர் மின்னோட்டமளிக்கிறது. தோரியம் தடவிய மின்னிழையம் 5—100 மில்லியாம்பியரும், உயிரகை தடவிய எதிர்மின் முனைகள் நேர் சூடாக்குகையில் 0·2—1·0 ஆம்பியரும், மாற்றுச் சூடாக்குகையில் 10—200 மில்லியாம்பியரும் மின்னோட்டம் அளிக்கின்றன.

வெளியேற்று ஆற்றல் குறைவான பொருள்கள், திரவநிலை மாற்ற வெப்பநிலை குறைவாக இருக்கையில், அவைகளை வெப்ப எதிர்மின்னி உமிழ்வான்களாக உபயோகிக்க முடியாது.

ஆனால், அவை ஒளிக்கதிர் எதிர்மின்னி உமிழ்வான்களாக உபயோகப்படும். உதாரணமாக, காரப் பொருள் தனிமங்களும் [லீஸியம் (1·67 *eV*), பொட்டாஸியம் (1·90 *eV*), ஸோடியம் (1·9 *eV*), ருபிடியம் (1·8 *eV*)] அவைகளின் கலவைப் பொருள்களும் ஒளிக்கதிர் உமிழ்வான்களாக உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒளிக்கதிரின் அடிப்படைச் சக்தி (hf), உமிழ்வானின் வெளியேற்று ஆற்றல் அளவிருந்தாலொழிய உமிழ்வு ஏற்படாது. ஒளிக்கதிரின் அலைநீளம் குறையக் குறைய அடிப்படைச் சக்தி (ஃபோடான்) அதிகமாகிறது. ஆக, உமிழ்வு அதிகரிக்கலாம். ஆனால் ஒளிக்கதிர் சக்தி அளவை லூமன் என்று அளவின் மூலம் அளக்கிறோம். இது 0·0016 வாட் எனக் கொள்ளலாம். அலைநீளம் குறையக் குறைய ஒரு குறிப்பிட்ட லூமன் அளவுக்கு, அந்த ஒளிக்கதிரிலுள்ள அடிப்படைச் சக்திகளின் (photon — ஃபோடான்) அளவு குறைந்துகொண்டே வருகிறது. ஆக, ஓர் அலைநீளத்தில் எதிர்மின்னி உமிழ்வு அதிகமாகி, அதன்பின் குறைந்துகொண்டே வருகிறது. இந்த வரி வடிவத்திற்கு நிறமாலை நுண்ணுணர்வு என்பது பெயர். தனிமங்களின் வரி வடிவங்களில் ஒரே ஓர் உச்சநிலை உண்டு. அந்த உச்சநிலைக்கு இரு



படம் 2—6

கார ஒளி எதிர்மின்னி உமிழ்வான் பண்பு

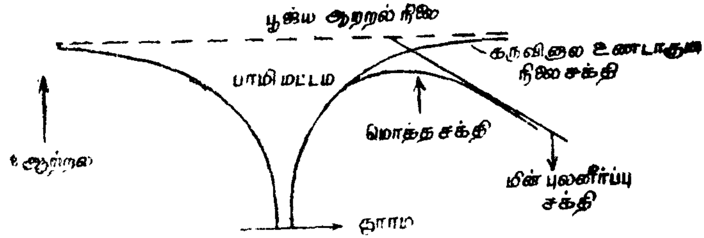
புறமும் நுண்ணுணர்வு குறைந்துகொண்டே போகும். அதிக அலை நீளப் பக்கத்தில் ஓர் அலை நீளத்திற்கு மேல் உமிழ்வு ஏற்படாது. இதை எல்லை அலை நீளம் எனக் கொள்ளலாம்.

$$hf = q_e\phi$$

$$\therefore \quad \lambda = \frac{hc}{q_e\phi} = \frac{12400}{\phi\,(eV)}\ \text{Å}$$

ஓர் Å = 10^{-10} மீட்டர்.

ஒளி அதிகரிக்க ஒளி மின்னேட்டம் அதிகரிக்கும். இந்த நியதி நேர் நியதியாக இருக்கும். சில ஒளி எதிர்மின்னி உமிழ்வான்கள் ஊதாவுக்கும் அதிகமான ஒளிக்கதிர்களுக்கு எதிர் மின்னி உமிழ்வான்களாக இருக்கும். சில சிவப்புக்கும் குறைவான அலைவுகளுக்கு உபயோகப்படும். கண்ணின் அலைவு இயல்பை ஒத்த ஒளி எதிர்மின்னி உமிழ்வான்களும் உள. இவை பல தனிமங்களின் கலவைகளால் ஆனவை. ஸீஸியம் - வெள்ளி, ஸீஸியம்-உயிரகைக் கலவை ஆகியவை மனிதனின் கண்களைப் போன்ற அலைவு நுண்ணுணர்வு கொண்டவை.

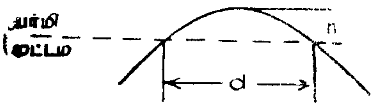


படம் 2—7.

வெளிமின் புலத்தால் வெளியேற்று ஆற்றல்குறைவு

ஓர் அணுக் கருவிலுள்ள எதிர்மின்னி அக் கரு மையத்திலிருந்துள்ள தூரத்திற்கு ஏற்றவாறு நிலைச் சக்தி அடைகிறது. இந்நிலைச் சக்தி $\frac{qe^2}{4\pi\varepsilon_0 r}$ ஆகும். நாம் அதன் மேல் பரப்பில் மின் சக்தி ஏற்படுத்தி, இச் சக்தி ஈர்ப்புச் சக்தியாக இருந்தால், எதிர் மின்னியின் நிலைச் சக்தி அவ்வீர்ப்புச் சக்திக்கு ஏற்றவாறு குறைகிறது. அப்பொழுது அந்த எதிர்மின்னியின் மொத்த நிலைச் சக்தி $-\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r} - Er$. அது r_2 என்ற தூரத்தில் அதிக மட்டமடைகிறது. அந்தத் தூரத்தில் $\frac{qe^2}{4\pi\varepsilon_0 r_2{}^2} = E$. இதனுல் வெளியேற்று ஆற்றல் குறைகிறது. அது மட்டுமல்ல. நிலைச் சக்தி குன்றுருவத்திலிருப்பதால் எதிர்மின்னிகள் குடைவதால் வெளியேறும். இந்த

உமிழ்வு, குன்றின் உயரம் (h), அகலம் (d) ஆகியவைகளைச் சார்ந்திருக்கும். இவ்விரண்டும் மின் சக்தியைப் பொறுத்திருக்கும். இந்த உமிழ்வை மின்புலம் எதிர்மின்னி உமிழ்வு எனலாம். ரிச்சர்ட்சன் சமன் கூற்றுபோல் உச்ச தெவிட்டிய

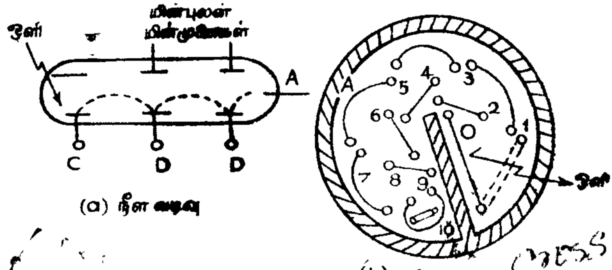


படம் 2—8

எதிர்மின்னிக் குடைவு உமிழ்வு

மின்னோட்டம் $AE^2e^{-b/E}$ என்று கூறலாம்.

இயக்கச் சக்தி அதிகமுள்ள எதிர்மின்னிகள் ஒரு பொருளின் மேற்பரப்பில் மோதினாலோ அல்லது ஒரு வளிம அணுவின்மீது மோதினாலோ அவற்றின் இயக்கச் சக்தியில் மாற்றம் ஏற்படலாம். ஏற்படலாம் என்று கூறக் காரணம் என்னவென்றால், பொருளும், அணுவும் எதிர்மின்னியைவிட அதிகப் பொருள் செறிவுடையன ஆதலின் அவற்றில் இயக்கவிசை மாற்றம் ஏற்படுவது புலப்படுவதில்லை. ஆனால் பொருளிலும் அணுவிலும் உள்ள எதிர்மின்னிகள் ஒரே செறிவுள்ளவை ஆதலின் இயக்கவிசையைச் சரிபாதியாகப் பகிர்ந்து கொள்ளக்கூடும். அவ்வாறு ஏற்படுமுன் பொருளிலும் வளிம அணுவிலும் உள்ள எதிர்மின்னிகள் கட்டுப்பட்டவை. அவைகள் படிப்படியாகவே விசையேற்க முடியும்.



(a) நீள வடிவு

(b) வட்ட வடிவு

படம் 2-9.

எதிர்மின்னிப் பெருக்கி

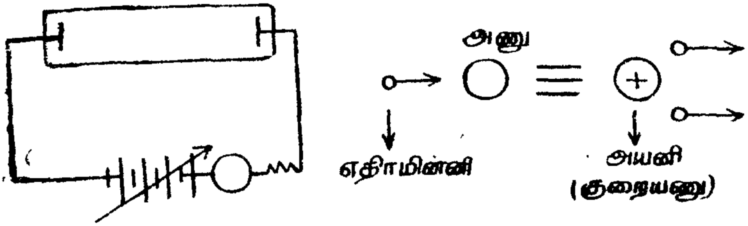
C-உமிழ்வான O-உமிழ்வான
D-எதிர் நேர் மின்முனை 10-சேமிப்பான்
A-சேமிப்பான் 1-9-எதிர், நேர் மின் முனைகள்

பொருளிலுள்ள எதிர்மின்னிகளுக்கு வெளியேற்று ஆற்றல் அளவு சக்தி கொடுக்கப்பட்டால் அவை பொருளினின்றும் வெளி

யேறும். இது துணை எதிர்மின்னி உமிழ்வு எனப்படும். ஓர் எதிர்மின்னி சில சமயங்களில் 9 அல்லது 10 துணை எதிர்மின்னிகளை வெளிப்படுத்தும். ஒளி எதிர் மின்னி உமிழ்வில் மின்னோட்டம் ஒரு மைக்ரோ ஆம்பியரை விடக் குறைவாக இருக்கிறது. அந்த மின்னோட்டத்தை மிகைப்படுத்த இந்தத் துணை எதிர்மின்னி உமிழ்வு முறை உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. காரப் பொருள்கள், காரமண் பொருள்கள், அலுமினியம் முதலியவை நல்ல துணை எதிர்மின்னி உமிழ்வான்கள் ஆகும். படம் 2-9-ல் எதிர்மின்னிப் பெருக்கி காட்டப்பட்டுள்ளது இதில் எதிர்மின் முனையிலிருந்து வரும் எதிர்மின்னிகள் அடுத்த நேர்மின் முனையை அடைகின்றன. இவை துணை எதிர்மின்னிகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. அவை அடுத்த நேர்மின் முனையை அடைகின்றன. இவ்வாறு எதிர்மின்னி எண்ணிக்கை அதிகமாகிக்கொண்டே போய்க் கடைசி நேர்மின் முனையை அடையும் பொழுது இலட்ச மடங்கு அடைகின்றது இடையிலுள்ள நேர் மின் முனைகள் ஒரு புறம் வரும் எதிர்மின்னிகளுக்கு நேர்மின் முனை போலவும், அவற்றினின்று போகும் எதிர்மின்னிகளுக்கு எதிர்மின் முனை போலவும் இயங்குகின்றன. ஆக, அவைகளை எதிர் நேர்மின் முனைகள் (Dynodes) எனலாம்.

வளிம அணுக்களைக் கருதும்பொழுது எதிர்மின்னி மோதலால் அவ்வணுக்களின் கோளப் பாதையில் உள்ள எதிர்மின்னிகள் கோளப்பாதை மாறலாம்; அல்லது அணுவின் ஈர்ப்பலிருந்து வெளிப்பட்டுச் சுதந்திரத் தன்மை அடையலாம். இதனைக் குறையணுபடுத்தம் எனலாம். இவ்வாறு எதிர்மின்னி வெளிப்படுகையில் எஞ்சிய வளிம அணுவில் ஒரு நேர்மின்னேற்றம் கூடுதலாக இருத்தலால் அது நடுநிலைமையிழந்து நேர்மின் குறையணுவாகிறது. இவ்வாறு எதிர்மின்னிகளின் மோதலால் நேர்மின் குறையணுக்களும் எதிர்மின்னிகளும் உண்டாகின்றன. இதனால் எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாகி, மின்னோட்டம் அதிகமாகிறது. இதில் ஓர் அபாயமிருக்கிறது. எவ்வாறு எதிர்மின்னிகள் நேர்மின் முனையை நோக்கிச் செல்கின்றனவோ, அதுபோல் நேர்மின் குறையணுக்கள் எதிர்மின் முனையை நோக்கிச் செல்கின்றன. எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தால் நேர்மின் குறையணுக்களின் எண்ணிக்கையும் அதிகரித்துக் கொண்டே போகும். இக் குறையணுக்கள் வளிம அணுக்கள் ஆதலால் அவைகளின் பொருட்செறிவு அதிகம் அவை எதிர்மின் முனையை அடையும்பொழுது அவைகளின் இயக்க விசையை எதிர்மின் முனைக்கு அளிக்கின்றன. இதனால் எதிர்மின் முனை, துணை எதிர்மின்னிகளை உமிழும். நேர்மின் முனைக்கும் எதிர்மின்

முனைக்கும் இடையே உள்ள மின்நிலைச் சக்தி வேற்றுமையையும் வளிமத்தின் அழுத்தத்தையும் பொறுத்து நேர்மின் குறையணுக்



படம் 2—10.

மோதல மூலம் எதிர்மின்னிப் பெருக்கம்.

களின் இயக்க சக்தி உண்டாகும். மின்நிலைச் சக்தி வேற்றுமை அதிகமானுல் அதிக மின்னேட்டம் உண்டாகி, இந்த மின்முனை கள் அடங்கிய குழலில் அடைக்கப்பட்ட வளிமத்திற்கேற்றவாறு ஒளி உண்டாகும். இவ்வொளி ஸோடியத்திற்கு மஞ்சளாகவும், நியானிற்கு சிவப்பாகவும், பாதரசத்திற்கு நீலப்பச்சையாகவும் தோன்றும். இந்த மின் இறக்கத்திற்கு ஒளிர் மின் இறக்கம் என்பது பெயர். ஒளிர்மின் இறக்கம் உண்டானுல் மின்னேட்டம்மூல இயக்கத்திற்குத் தொடர்பு அற்று இருக்கும். ஆகவே குறையணுப் படுத்தம் மூலம் மின்னேட்டப் பெருக்கம் நாம் கடைப்பிடிக்கும் பொழுது மின்னழுத்தத்தை ஒளிர்மின் இறக்க ஆரம்ப மின் னழுத்தவேற்றுமையை விடக் குறைவாகவே கொள்ளவேண்டும்.

ஆக, பல தரப்பட்ட எதிர்மின்னி உமிழ்வான்களைப் பற்றிய சில அம்சங்களை மேலே கவனித்தோம். இவைகளை உபயோகப் படுத்திவரும் சில மின் கருவிகளைப் பற்றி வரும் பகுதிகளில் கவனிப்போம். இதற்கு முன் எதிர்மின்னி மின்சக்திக்கும் காந்த சக்திக்கும் எவ்வாறு இயங்கும் என்பதைக் கவனிப்போம்.

பிரச்சினைகள் :

1. ஒரு மின்னிழை வெப்ப மூட்டி 1840° K வெப்ப நிலையில் 143 μA உச்சத் தெவிட்டிய மின்னேட்டத்தை அளிக்கிறது. தோரியப் படல மின்னிழைய வெப்ப மூட்டியாக இருந்தால் என்ன தெவிட்டிய மின்னேட்டமுண்டாகும் ?

குறிப்பு : $Is_1 = A T^2 e^{-\frac{\phi_1 e}{kT}}$

$$Is_2 = A T^2 e^{-\frac{\phi_2 e}{kT}}.$$

$$\frac{Is_2}{Is_1} = e^{\frac{(\phi_1 - \phi_2)}{kT}} = e^{\frac{(4\cdot 52 - 2\cdot 6) \times 1\cdot 6 \times 10^{-19}}{1\cdot 38 \times 10^{-23}}}.$$

$$Is_2 = 143 \times 10^{-6} \times e^{1\cdot 92 \times 11600}$$

2. ஒரு பட்டை வெப்ப மூட்டி 0·014 ″ × 0·004 ″ × 4·5 ″ அளவுள்ளது. அதன் வெப்பநிலை 1200° K. அதன் வெளியேற்று ஆற்றல் 1 eV. $A = 100\ Amp/m^2/°K^2$. இதனின்றும் வெளி வரும் மின்னோட்டம் எவ்வளவு ?

மின்னோட்டப் பரப்பு = ·014 × 4·5 சதுர அங்குலம்.

மின்னோட்டச் செறிவு = $100 \times 1200 \times 1200 \times e^{-\frac{1\cdot 0 \times 11600}{1200}}$

பரப்பைச் சதுர மீட்டரிலாக்கிச் செறிவால் பெருக்க வேண்டும்.

3. பொடாஸியத்தின் எல்லை அலைநீளம் 5500 Å. அதன் மேல் பரப்பிலிருந்து எதிர்மின்னியை வெளியேற்றவேண்டிய ஆற்றலை எலக்ட்ரான் வோல்ட்டிலும் ஜூலிலும் கண்டு பிடிக்கவும்.

குறிப்பு : $\lambda\ (Å) = \frac{12400}{\phi(eV)}$; ∴ $\phi(eV) = \frac{12400}{\lambda\ (Å)}$

$$= \frac{12400}{5500} eV = \frac{12400}{5500} \times 1\cdot 6 \times 10^{-19} \text{ ஜூல்.}$$

4. ஓர் ஒளி மேற்பரப்பு ஒரு வாட் கதிர்ப்பாய்ச்சலுக்கு 6 mA மின்னோட்டம் தருகிறது. கதிரின் அலைநீளம் 2537 Å. அப்பரப்பில் 2537 Å அலைநீளத்தில் 10000 போடான்கள் மோதினால் எத்தனை எதிர்மின்னிகள் வெளிவரும் ?

$6\ mA$ மின்னோட்டமென்றால் ஒரு விநாடிக்கு

$\frac{6 \times 10^{-3}}{1 \cdot 6 \times 10^{-19}}$ எதிர்மின்னிகள் வெளிவருகின்றன.

ஒரு ஃபோட்டானின் ஆற்றல் $\frac{12400}{2537} \times 1 \cdot 6 \times 10^{-19}$ ஜூல்.

ஒரு வாட் என்றால் ஒரு விநாடிக்கு ஒரு ஜூல் ஆற்றல் என்பது பொருள். 1 ஜூலில் $\frac{2537}{12400 \times 1 \cdot 6 \times 10^{-19}}$ ஃபோட்டான்கள் உள்ளன. ஆகவே ஓர் எதிர்மின்னியை வெளியேற்ற

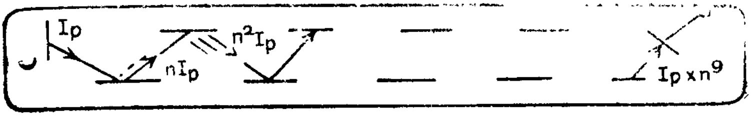
$\frac{2537}{12400} \times \frac{1 \cdot 6 \times 10^{-19}}{1 \cdot 6 \times 10^{-19} \times 6 \times 10^{-3}}$ ஃபோட்டான்கள்

தேவை. ஆகவே 10000 போட்டான்கள்,

$10000 \times \frac{12400 \times 6 \times 10^{-3}}{2537}$ எதிர்மின்னிகளை வெளிப்படுத்தும்.

5. ஒளி உமிழ்வான் குழலில் 9 துணை எதிர்மின்னிப் பெருக்கப் பகுதிகள் உள்ளன. அதன் ஒளி மின்னோட்டம் 10^{-8} ஆம்பியர். சேமிப்பானில் 0·1 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் வேண்டும். அதன் நேர் எதிர்மின் முனைகளின் எதிர்மின்னித் துணைப் பெருக்க எண் ஏதாயிருக்க வேண்டும் ?

குறிப்பு : ஒளி மின்னோட்டம் I_p. துணை எதிர்மின்னிப் பெருக்க எண் n



$n^9\ 10^{-8} = 10^{-1}$

$n^9 = 10^7$

$n = \sqrt[9]{10^7}$.

6. துணை எதிர்மின்னிப் பெருக்கக் குழலின் பெருக்க விகிதம் 3·5. மொத்தப் பெருக்கம் 10^6. எத்தனை துணை உமிழ்வுப் பகுதிகள் அமையவேண்டும் ?

$$(3{\cdot}5)^n = 10^6.$$

$$n \log 3{\cdot}5 = 6.$$

$$n = \frac{6}{\log 3{\cdot}5}$$

குறிப்புப் புத்தகங்கள்:

1. *Millman J:* 'Vacuum tube and Semi conductor Electronics ', McGraw Hill Book Co., 1958.

2. *Spangenberg K. R :* ' Vacuum Tubes '. McGraw Hill Book Co.

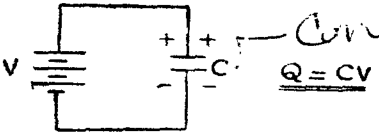
3. *Millman J. and S. Seely* : 'Electronics'. McGraw Hill Book Co.

3. மின்சுற்றுக் கொள்கைகள்

மின் ஏற்றத்திற்கு ஓர் அளவு கூலும் என்பது. ஒரு கூலும் மின்னேற்றம் ஒரு விநாடியில் மாறினால் வரும் மின்னோட்டத்திற்கு ஓர் ஆம்பியர் என்பது பெயர். அதேபோல் மின்நிலைச் சக்திக்கு வோல்ட் என்பதும், ஆற்றலுக்கு ஜூல் என்பதும் அளவுகள். ஒரு விநாடிக்கு ஒரு ஜூல் அளவு வேலை செய்தால் அந்த வேலை வேகத்திற்கு வாட் என்பது அளவு. ஒரு வோல்ட் மின்னழுத்த வேற்றுமையில் ஓர் ஆம்பியர் மின்னோட்டம் உண்டானால், அப்பொழுது ஒரு வாட் சக்தி வேகம் அல்லது திறன் உண்டாகிறது. V வோல்டில் I ஆம்பியர் மின்னோட்டம் இருந்தால் VI வாட் சக்தி வேகம் உண்டாகிறது. அல்லது W (வாட்) $= V \times I$; சக்தி $U =$ சக்தி வேகம் $\times$ விநாடிகள். $U = V \times I \times T$. இது ஜூல்கள். ஆனால் $I \times T$ கூலுங்கள் $= Q$.

$\therefore U = VQ$; இவை அடிப்படை மின் இயல் சமன்கூற்றுகள். மேலும் மின் இயலில் மின் தடையைப் பற்றிப் பேசுவோம். எதிர்மின்னிகள் போக்குக்குத் தடையில்லாதிருந்தால் மிக அதிக அளவில் மின்னோட்டம் ஏற்படும். ஆனால் திடப் பொருளில் எதிர்மின்னிகள் அணுவுக்கு அணு தாவி வருகையில் ஒவ்வோர் அணுவின் நேர்மின் கருவும் எதிர்மின்னியை ஈர்த்து அதன் திசையை மாற்றுகிறது. இந்தத் திசை மாற்றத்தால் எதிர் மின்னிகள் புற மின்விசைக்கு ஏற்றவாறு ஒரே அடியாக நகர முடிவதில்லை. ஆக மின்னோட்டம் குறைவுபடுகிறது. ஒரு மின் கடத்தியின் இரு புறங்களில் மின்னழுத்த வேற்றுமைக்கு ஏற்றவாறு மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. இந்த மின்னழுத்த வேற்றுமைக்கும் மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு மின்தடை R எனப்படும். $V = IR$ அல்லது $R = V \div I$; $I = V \div R$ ஆக, $W = VI = I^2 \times R = V^2 \div R$. இவை நேர்மின்சார விதிகள். மாறுமின்சாரத்தின் விதிகளில் சில சிக்கல்கள் உள்ளன. உதாரணமாக, ஒரு கொண்மியை எடுத்துக் கொள்வோம். அதில் நேர் மின்சாரம் பாய்ச்சினால் மின்னோட்டம் ஏற்படுவதில்லை. ஒரு கொண்மி இரண்டு மின்முனைகளை உடையது. ஒரு முனையை நேர் மின்சக்தி முனையாகவும், மற்றொன்றை எதிர்மின் முனையாகவும்

இணைத்தால் அதனுள் மின் ஏற்றம் உண்டாகிறது. ஏற்றத்தின் அளவு கொண்மத்தைப் பொறுத்தது. அதன் கொண்மத்தின்



படம் 3—1.

அளவு ஃபாராட் (*FARAD*) என்னும் அடிப்படை அளவு ஆகும். ஒரு ஃபாராட் (*FARAD*) கொண்மம் ஒரு வோல்ட் மின் அழுத்த வேற்றுமைக்கு ஒரு கூலும் மின்னேற்றமடையும். $Q = C \times V$ கொண்மியில் இரண்டு மின்முனைகள் இடையே மின்காப்பு உள்ளது. ஆகையால் நேர்மின்சாரம் அதனுள் மின்னோட்டம் ஏற்படுத்தாது. மின்னழுத்த வேற்றுமைக்கு ஏற்றவாறு அதன் மின்முனைகள் நேராகவும் எதிராகவும் மின் ஏற்றம் அடையும். ஆனால் கொண்மிக்கு மாறுமின்சாரம் இட்டால் மின் அழுத்த வேற்றுமை மாறுவதற்கு ஏற்றவாறு மின்னேற்றமும் மாறும். மின் ஏற்றம் மாறினால் மின்னோட்டம் உண்டாகும். ஆகவே, கொண்மி இருக்கும் மின்சுற்று வழியில் மின்னோட்டம் உண்டாகும். மின்னோட்டத்தின் அளவு மாறு மின்சாரத்தின் அலைவுகளைப் பொறுத்தது. அலைவுகள் அதிகமாக, மின்னோட்டமும் அதிகமாகும்; கொண்மம் அதிகமானாலும் மின்னோட்டம் அதிகமாகும். $Q = CV$, $\frac{Q}{t} = I$; மின் ஏற்றத்தின் மாற்று வேகம் நேரத்தைப் பொறுத்திருந்தால், அப்பொழுது நுண்எண் கணிதப்படி $\frac{dQ}{dt} = I$; $I = \frac{d}{dt}(CV)$. பொதுவாகக் கொண்மம் மின்னழுத்தத்தையோ அல்லது மின்னோட்டத்தையோ பொறுத்ததல்ல. ஆகையால் $I = C\frac{dv}{dt}$ என்று கொள்ளலாம். ஆக, மின்தடை மட்டுமன்றி, கொண்மியும் மாறுமின்சாரத்தில் மறுப்புடையதாக இருக்கும்.

மின்னோட்டம் காந்த சக்தி உடையதாகும். ஆக, ஒரு கம்பிச் சுருளில் நேர்மின்சார மின்னோட்டம் ஏற்படுத்தினால் அந்தக் கம்பிச் சுருளைச் சுற்றிக் காந்தப் புலம் ஏற்படுகிறது. ஃபாரடேயின் மின் காந்தத் தூண்டுதல் விதிப்படி ஒரு கம்பிச்சுருளைச் சுற்றிய காந்தக் கோடுகள் மாறினால் சுருளில் தூண்டு மின்சாரம் உண்டாகிறது. இந்தத் தூண்டு மின்சாரத்தின் திசை, அதனால் உண்டாகும் மின்

ளேட்டம், இந்தக் காந்தக்கோடுகளின் மாறுதலை எதிர்ப்பதாக இருக்கும். ஒரு சுருளில் N சுற்றுகள் இருந்து, அதில் I ஆம்பியர் மின்னேட்டம் உண்டானால் $\left[\frac{NI}{l} \times A\,\mu\right]$ காந்தக் கோடுகள் உண்டாகும். அவை அந்த மின்சுருளின் N சுற்றுகளுடனும் இணையும் காந்தக் கோட்டிணைப்பு மாறினால் தூண்டு மின்சாரம் உண்டாகும். இந்தத் தூண்டு மின்சாரத்தின் அளவு $V = \frac{N\varphi}{T}$.

$$\varphi = \frac{NI}{l} A\mu.$$ நுண் எண் கணிதப்படி,

$$V = -\frac{d}{dt}(N\varphi)$$

இதில் μ காந்த உட்புகு திறன் எனப்படும் காந்தப் பொருள்களில் உட்புகு திறன் அதிகமாக இருக்கும். காந்தமற்ற பொருள்களில் உட்புகு திறன் $4\pi \times 10^{-7}$ என்ற மதிப்புக் கொண்டது மின் கோடுகளுக்கான சமன் கூற்றில் μ, A, l முதலியவை மின்னேட்டத்தைச் சார்பற்றிருந்தால் தூண்டு மின்சார அழுத்த வேறுபாடு

$$= -\frac{N^2 A\mu}{l} \cdot \frac{dI}{dt} = -L\frac{dI}{dt}.$$

ஆக, குறிப்பிட்ட மின்னேட்டத்தை அந்தச் சுருளில் உண்டாக்க, அதிகப்படி அழுத்த வேறுபாடு $L\frac{dI}{dt}$ நாம் கொடுக்கவேண்டும்.

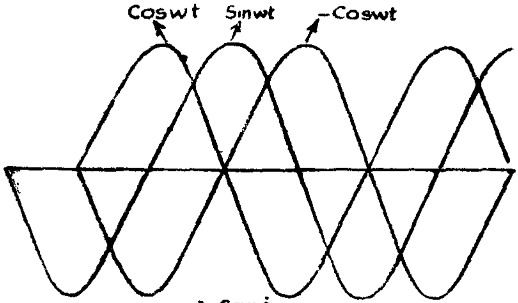
ஆக, மாறு மின்சாரச் சுற்றில் மின்சுருளும் தடைபோன்ற தன்மையுடையதாக இருக்கிறது. இத்தடை, அலைவுகள் அதிகமாக, அதிகமாகிறது. சுருளின் சுற்றுகள் அதிமாக தடையும் அதிகமாகிறது; காந்த ஊடுருவலுக்கு ஏற்றவாறும் அதிகமாகிறது. ஆக, மாறு மின்னேட்டத்திற்கு உண்டாகும் எதிர்ப்பை மறுப்பு (Impedance) எனக் கூறலாம் இந்த மறுப்பில் தடையை மட்டுமன்றி, கொண்மி, சுருள் ஆகியவைகளால் உண்டாகும் மறுப்பையும் சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டும். இதில் கொண்மி, சுருள் ஆகியவைகளின் மறுப்பைக் கவனித்தால் அவை முன்னிலை மாற்றத்தை எதிர்த்துப் பழைய நிலைக்கு வர முயலுகின்றன என்பது தெள்ளிது. ஆக, இதனை எதிர்வினைப்பு (Reactance) எனக் கூறலாம். தடையை R என்றும், மறுப்பை Z என்றும், எதிர்வினைப்பை X என்றும் கொள்ளலாம்.

$V = IZ$. ஆனால் மறுப்புச் சக்திகள் இந்த மாதிரியான சமன் கூற்றில் அடங்கா. ஏனென்றால் அவை வகையிடு கூற்றுகளாகவோ அல்லது தொகையிடு கூற்றுகளாகவோ உள்ளன. இந்தச் சிக்கலைத் தவிர்க்க, மாறு மின்சாரத்தை எளிய ஒழுங்கியக்க

அலையாகக் கொண்டால், அதை வகையிட்டாலும் அல்லது தொகையிட்டாலும், அது எளிய ஒழுங்கியக்க அலையாகவே இருக்கும். உதாரணமாக,

$$I = A \sin(\omega t) \qquad \int I\, dt = -\frac{A}{\omega}\cos(\omega t)$$

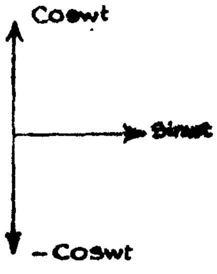
$$\frac{dI}{dt} = \omega A \cos(\omega t)$$



படம் 3—2.

சைன வடிவமும் அதன் தொகையிடு, வகையிடு வடிவங்களும்

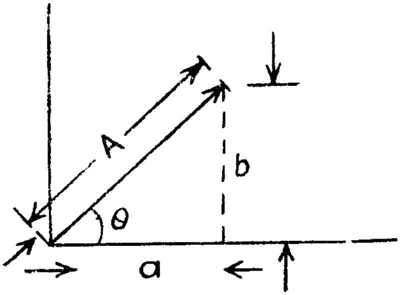
cos (ωt) என்பது sin (ωt) போன்றே உள்ளது. ஆனால் கால் அலைநேரம் முன்னோடியாக உள்ளது — cos (ωt) என்பது sin (ωt)-க்குக் கால் அலைநேரம் பின்தங்கியுள்ளது. நேறியப்படி இவைகளைப் படத்தில் உள்ளபடி காட்டலாம். இதில் இடம் வருதல் முன்னோடிச் சுழல் என்றும், வலம் வருதல் பின்தங்கிய சுழல் என்றும் கொள்ளலாம். sin (ωt)-ன் திசையை அடிப்படைத் திசையாகக் கொண்டால், cos (ωt) 90° முன்னோடியாகவும், —cos(ωt) 90° பின்தங்கியும் உள்ளன. cos(ωt)ஐ மற்றொரு 90° திருப்பினால் மேற்கு நோக்கி வரும். அது —sin(ωt) ஆகும். இரண்டு 90° திருப்பம் எதிர் மதிப்பைத் தருகிறது. 90° திருப்பத்தை j ஆல் பெருக்குதல் என்றால், $j^2 = -1$ அல்லது $j = \sqrt{-1}$ ஆகும். ஆகையால் நேறியத்தை, அதன் நீளம், அடிப்படைத் திசையிலிருந்து அதன் கோணம் ஆகியவற்றைக் கொண்டு குறிப்பிடலாம்; அல்லது கிழக்கு, வடக்கு திசைப் பக்கம் அதன் உறுப்புகளைக் கொண்டும் குறிப்பிடலாம்.



படம் 3—3

சுற்றும் நேறியம்

உதாரணமாக, படத்திலுள்ள நேறியத்தின் நீளம் A, கோணம் θ என்றோ, $a + jb$, என்றோ கூறலாம்.



படம் 3—4.

நேறியம் $A < \theta$ அல்லது a ∠

$a = b\,A \cos\theta$

$b = A \sin\theta$

$A = \sqrt{a^2 + b^2}$ $\tan\theta = \frac{b}{a}$

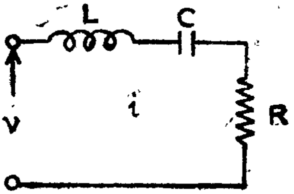
அல்லது $a = A\cos\theta$; $b = A\sin\theta$. ஒரு மின் சுற்றின் வழியில் தடை, மின் சுருள், மின் தேக்கி ஆகிய மூன்றும் இருந்து மின் னோட்டம் $i = I\sin\omega t$ பாயும்பொழுது தடையில் அழுத்த வேறுபாடு $= i\,R = I\,R \sin\omega t$

மின்சுருளில் அழுத்தவேறுபாடு $= L\frac{di}{dt}$

$= \omega L\, I \cos\omega t.$

மின்தேக்கி அழுத்த வேறுபாடு $= \frac{1}{C}\int i\, dt$

$= -\frac{l}{\omega C} I \cos(\omega t)$

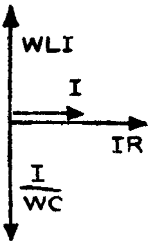


நேரியத்தின்படி ஆக மொத்த அழுத்த வேறுபாடு

$= I\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$

இதில் $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$

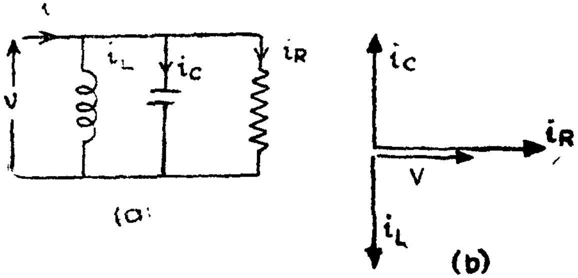
இதைத்தான் மறுப்பு எனக் குறிப்பிடுகிறோம். ஆக, மறுப்பு, எதிர் வினைப்பு ஆகியவற்றை ஒழுங்கியக்க அலை அழுத்த வேறுபாடுகளும் மின்னோட்டங்களும் இருக்கும்பொழுது தான் உபயோகப்படுத்தமுடியும். மற்றச் சமயங்களில் அடிப்படைச் சமன் கூற்றுகளான $V = iR + L\frac{di}{dt} + \frac{l}{C}\int i\, dt$ ஐயே உபயோகப்படுத்த வேண்டும்.



படம் 3—5.

தொடர் ஒத்து இசைவுச் சுற்று மின்னோட்டமும், மின அழுத்த வேறுபாடுகளின் நேறியமும்

ஒரு மின் சுற்று வழியில் உள்ள உறுப்புகள் தொடர் இணைப்பாகவோ, இணை இணைப்புகளாகவோ அல்லது இரண்டும் கலந்தோ இருக்கும். தொடர் இணைப்புகளில் சுற்று வழியின் எல்லா உறுப்புகளிலும் ஒரே மின்னோட்டமிருக்கும். இணை இணைப்புகளில் சுற்று வழியின் எல்லா உறுப்புகளிலும் ஒரே அழுத்த வேறுபாடு இருக்கும். இதில் அழுத்த வேறுபாட்டை $V \sin \omega t$ என்று கொண்டால் $I_R = \frac{V}{R} \sin \omega t$



படம் 3—6.

இணை ஒத்து இசைவுச் சுற்று

$$I_C = \omega C V \cos \omega t$$

$$I_L = -\frac{V}{\omega L} \cos \omega t$$

$$I = I_R + I_C + I_L$$

$$= V\sqrt{\left(\frac{I}{R}\right)^2 + \left(\omega c - \frac{I}{\omega L}\right)^2}$$

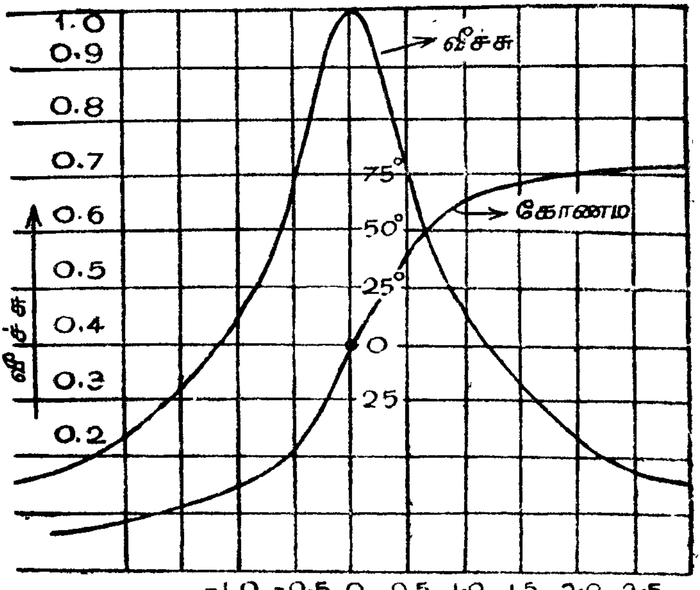
இதில், $\frac{1}{R} = G$ = மின்கடப்பு என்று கூறலாம்.

$\sqrt{G^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2} = Y$; இதை மின்விடுப்பு எனக் கூறலாம். $\omega C - \frac{1}{\omega L} = B$; இதை மின் ஓடை என்று கூறலாம்.

$$Y = \sqrt{G^2 + B^2}\ ;\ Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

இந்த இரண்டு மின் சுற்றுவழிகளிலும் ஓர் ஒற்றுமையைக் காணலாம். $\omega_0 C = \frac{1}{\omega L}$ அல்லது $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ என்ற அலைவெண்ணில் முதல் சுற்று வழியில் $Z = R$. இரண்டாவது சுற்று வழியில் $Y = G$. அதாவது இரண்டும் குறைந்த மதிப்பை அடைகின்றன. இந்த அலைவு, ஒத்திசைவு அலைவு எனப்படும். ஆனால் இங்கு ஒரு முக்கிய வேற்றுமை உண்டு. முதல் சுற்று வழியில் மின்னோட்டம் அதிக வீச்சை அடைகிறது; இரண்டாவது சுற்று வழியில் குறைந்த வீச்சை அடைகிறது. ஆக, மின் மறுப்பு முதல் சுற்று வழியில் மிகக் குறைவாகவும், இரண்டாவதில் மிக அதிகமாகவும் ஆகிறது.

வானொலியில் பட்டை அகலம் என்ற ஒரு கூற்று உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது. வானொலியின் ஒரு நிலையத்தின் நிகழ்ச்சி



படம் 3—7.

இசைவுச் சுற்று

களைச் செவ்வனே கேட்பது இந்தப் பட்டையகலம் (Band width) என்கிற அளவின் மதிப்பைப் பொறுத்தது. ஒத்திசைவு அலையின்

மின்னோட்டம் (மின்மறுப்பு) அதிக பட்ச மதிப்பில் இருப்பதைக் குறிப்பிட்டோம். ஒத்திசைவு அலையின் இரு புறமும் மின்னோட்டத்தின் (மின்மறுப்பின்) மதிப்பு 70·7 சதவீதத்திற்கு மேற்பட்டிருக்கும். அலைகளின் தொகுப்பு பட்டையகலம் எனப்படும்.

$$70{\cdot}7\% = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$Zf_1, f_2 = \sqrt{2}\,R$$

$$-\left(\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C}\right) = \left(\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C}\right) = R.$$

$$\frac{(\omega_1 + \omega_2)}{\omega_1 \omega_2 C} = (\omega_1 + \omega_2) L.$$

$$\therefore \quad \omega_1 \omega_2 = \omega_0^2$$

$$\omega_2 L - \frac{\omega_0^2 L}{\omega_2} = R \; ; \; (\omega_2 - \omega_1) L = R$$

$$\frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_0} = \frac{R}{\omega_0 L} = \frac{f_2 - f_1}{f_0}$$

இங்கு $\frac{\omega_0 L}{R} = Q$; குணங்காட்டி என்று கொண்டால்,

$$\text{பட்டையகலம்} = \frac{f_0}{Q}$$

ஒத்திசைவு அலையில் சுருளிலும் கொண்மியிலும் மின் அழுத்த வேற்றுமை இல்லை என்று கொள்ளக்கூடாது. அவற்றின் அழுத்த வேற்றுமை, அளிக்கப்பட்ட வேற்றுமையின் Q மடங்கு இருக்கும். ஆனால் ஒன்றையொன்று சரிசமனாக எதிர்ப்பதால் மொத்த அழுத்த வேற்றுமை பூச்சியமாகிறது. ஆகையால் Q அதிகமாக அதிகமாக, தொடர் ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியில் கொண்மியின் மின்னழுத்த வேற்றுமை அதிகமாகிக் கொண்டே போகும்; ஆனால் பட்டையகலம் குறையும்.

ஒத்திசைவு அலையில் $V_c = \frac{I}{\omega_0 C} = \frac{V}{R\omega_0 C} = \frac{V\omega_0 L}{R} = QV$

இணை இணைப்பிலும் ஒத்திசைவுச் சுழல் நிகழ்ச்சி உண்டாகிறது. ஆனால் இணை இசைவு அலையில் மின்னோட்டம் மிகக்

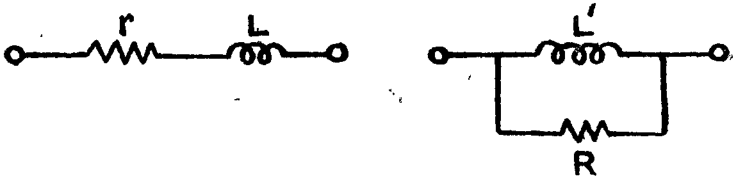
குறைவாகிறது. ஆகையால் மறுப்பு அதிக பட்சமாகிறது. இங்கேயும் அலைப்பட்டை அகலம் காணலாம்.

$$\omega_2 C - \frac{1}{\omega_2 L} = \frac{1}{\omega_1 L} - \omega_1 C = G.$$

$$\therefore \quad \omega_1 \omega_2 = \omega_0^2$$

$$Q = \frac{\omega_0 C}{G} \; ; \; f_2 - f_1 = \frac{f_0}{Q}$$

ஆனால் சாதாரணமாக, மின் சுருளிலும் சிறிதளவு தடையிருக்கும். அந்தத் தொடர்த் தடையை இணைத் தடையாகக் கொள்ளலாம்.



$$R = \frac{r^2 + w^2 L^2}{r} \qquad L' = \frac{r^2 + w^2 L^2}{w^2 L}$$

படம் 3—8.

பரிமாற்று இணைச்சுற்று வழி

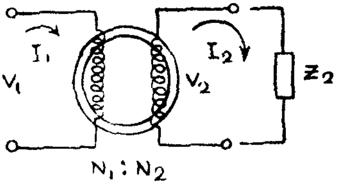
$$\frac{r}{r^2 + \omega^2 L^2} = \frac{1}{R} \; ; \; \frac{r^2 + \omega^2 L^2}{\omega L} = \omega L'$$

சாதாரணமாக, Q-ன் மதிப்பு 10-க்கு மேலிருக்கும். அப்பொழுது $R \simeq \frac{\omega^2 L^2}{r}$; $L \simeq L'$ அல்லது $R \simeq \omega_0 L Q$; கொண்மியின் தடை மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். ஆதலால் கொண்மியில் தடையே இல்லை எனக் கொள்ளலாம்.

இணை இசைவுச் சுற்று வழியும் தொடர் இசைவுச் சுற்று வழியும் வானொலியில் அதிகமாக உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. உலகெங்கிலும் உள்ள வானொலி நிலையங்களின் நிகழ்ச்சிகள் மின்காந்த அலைகளாகப் படர்ந்துள்ளன. நமக்கு வேண்டிய நிலையத்தைத் தேர்ந்தெடுக்க நாம் மின்னிசைவுச் சுற்றுவழிகளை

உபயோகிக்கிறோம். அவற்றின்படி நமக்கு வேண்டிய நிலையத்தின் அலைவில் உள்ள விஷயங்களைப் பெருக்கியும், வேண்டாத நிகழ்ச்சிகளை நிராகரிக்கவும் முடிகிறது. உதாரணமாக, Q-ன் மதிப்பு 100 என்று கொள்வோம். 10 இலட்ச அலைவுகளானால் அலைப் பட்டை அகலம் $\frac{10^6}{100} = 10^4$ Hz, அதாவது 1MHz ± 5000 Hz-ல் பெருக்கம் அதிக பட்சத்திற்கு 70% ஆகக் குறையும். 2 ஒத்திசைவுச் சுற்றுகள் 1-MHz க்குச் சுவரம் கூட்டியிருந்தால் 2MHz நிலையத்தின் நிகழ்ச்சி, 1MHz நிகழ்ச்சிக்கு 10^4-ல் 1 பாகமாகக் குறையும். ஒரு வானொலிப் பெட்டியில் குறைந்தது 3 மின்னிசைவுச் சுற்று வழிகள் உள்ளன. ஆக, இலட்சத்தில் ஒரு பங்கைவிடக் குறைந்து விடும்.

நான்காவது முக்கியமான உறுப்பு மின்மாற்றியாகும். இதில் ஒரு மூலக்கம்பிச் சுருளும், ஒன்று அல்லது பல துணைக் கம்பிச் சுருள்களும் இருக்கும். இவை காந்தக் கோடுகளாலே இணைக்கப்படுகின்றன.



படம் 3—9.
மின்மாற்றி

$$N_1 = N_2$$
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$
$$Z_1 = \frac{V_1}{I_1} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 Z_2$$

மூலக்கம்பிகளில் ஓடும் காந்த மண்டலப் பரப்பு முழுவதுமே துணைச் சுருள்களுடன் இணைந்தால் காந்த இணை எண் ஒன்றாகும். ஆனால் காந்த உள்ளகத்தின் மேல் சுருள்களைச் சுற்றினாலும் காந்த இணை எண் ஒன்றாக வருவது அரிது. ஆயினும் காந்த உள்ளகமுடைய மின்மாற்றிகளைக் காந்த இணை எண் ஒன்று எனக் கருதி ஆராயலாம். அப்பொழுது மூலக் கம்பிச் சுருளில் V_1 வோல்ட்டுகள் கொடுத்தால் துணைச் சுற்றுகளில் V_2, V_3 முதலிய மின் அழுத்தங்கள் வரும். இம்மின்னழுத்தங்களின் விகிதம், அந்தந்த மின் சுருள்களில் உள்ள வளையங்களின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்றவாறு அமையும்.

அதாவது $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$; $\frac{V_1}{V_n} = \frac{N_1}{N_n}$

இவற்றில் N_1 முதல் சுருளின் வளையங்களின் எண்ணிக்கை; V_1 அதில் உண்டாகும் மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பு. அதேபோல்

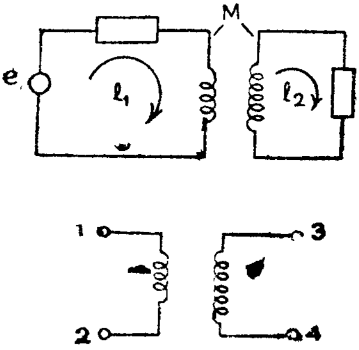
மற்றவைகளும். இந்தச் சமன் கூறுபாடு எழுதும்பொழுது எல்லாக் கம்பிச் சுருள்களிலும் ஒரேயளவு காந்தக் கோடுகள் பாய்கின்றன; அல்லது கசிவுக் காந்தக் கோடுகள் இல்லை (காந்த இணை எண் ஒன்று) என்று கொள்கிறோம். அப்பொழுது ஏதாவது ஒரு துணைச் சுருளில்,மின்னோட்டமுண்டாக்கினால் இவ்வோட்டத்தினால் உண்டாகும் காந்தக் கோடுகள் மூல காந்தக் கோடுகளை எதிர்க்கும். இதைச் சரிகட்ட மூலச் சுருளில் மின்னோட்டமுண்டாகும். ஆக, துணை மின்னோட்டத்தால் உண்டாகும் காந்தக் கோடுகள் மூல மின்னோட்டத்தால் உண்டாகும் காந்தக் கோடுகளுக்குச் சமம். $I_1N_1 = I_2N_2$ அல்லது $\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$

ஆகவே, துணைச்சுருளில் I_2 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் மூலச் சுருளில் I_1 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கும் அல்லது துணைச் சுருளில் Z_2 மறுப்பை இணைத்தால் மூலச் சுருளில் பார்க்கும்பொழுது I_1 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் பாய்வதால் Z_1 மறுப்பு இணைக்கப்பட்டதுபோல் தோன்றும். இதில் $Z_1 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 Z_2$.
மேலே கூறப்பட்டவை மாறு மின்சாரத்திற்கே பொருந்தும். ஏனென்றால்,துணைச் சுருளிலோ மூலச் சுருளிலோ மறுப்பு காந்தக் கோட்டிணைப்பு மாறினால்தான் உண்டாகும்.

வானொலி அலைவரிசையில் காந்த உள்ளகம் வைப்பது அரிது. ஆனால் இப்பொழுது ஃபெர்ரைட் என்ற உள்ளகத்தை உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். சாதாரண இரும்பு உள்ளகங்களில் காந்தத் தயக்கம், தூண்டுசுழல் மின்னோட்டம் ஆகியவைகளாலான மின்திறன் அழிவு அதிகமாகும். இவை கிட்டத்தட்ட அலைவெண்ணின் இருமடியாக இருக்கும். ஆகவே அலைவெண்கள் அதிகரிக்கையில் இரும்பு உள்ளகங்களை உபயோகிக்க முடியாது. அப்பொழுது காந்த இணை எண் மிகக் குறைவாகி விடும்.இந்தச்சமயத்தில் மின் சுற்றுவழியை இணை தூண்டு முறையில் ஆராயலாம். ஒரு மின் சுருளில் மாறு மின்சாரம் பாய்கையில் அதன் மின் வேறுபாடு $L\frac{di}{dt}$. இதில் Lஐ நேர்த்தூண்டம் எனக் கொள்ளலாம். துணைச் சுருளில் உண்டாகும் மின் வேறுபாடு $M\frac{di}{dt}$. இதில் M ஐத் துணைத் தூண்டம் என்று கொள்ளலாம். இதுவே துணைச் சுருளில் மின்னோட்ட வேறுபாடு அதே $\frac{di}{dt}$ ஆக

இருந்தால் மூலச் சுருளில் உண்டாகும் மின்வேறுபாடு $M\frac{di}{dt}$; அதாவது மூலச்சுருளிலிருந்து துணைச் சுருளுக்குள்ள அதே காந்த இணைப்பே, துணைச் சுருளிலிருந்து மூலச் சுருளுக்கும் இருக்கும்; ஏனென்றால் இரண்டிற்கும் ஒரே காந்தப் பாதை அமைகிறது.

$$e_1 = i_1 Z_{11} + Z_m i_2$$
$$o = i_2 Z_{22} + Z_m i_1$$



படம் 3—10.
மின்மாற்றி; துணைத் தூண்ட முறை
10 (a) புள்ளி முறை: துணைத் தூண்டத்தின் மின்திசை காட்ட

இதில் Z_{11} என்பது மூலச் சுற்றின் மொத்த மறுப்பு; Z_{22} துணைச்சுற்றின் மொத்தமறுப்பு; Z_m என்பது துணை அல்லது பொது மறுப்பு. அதன் மதிப்பு (ωM) ஆகும். இதில் சுருளின் அமைப்பைப் பொறுத்து நேர் முகமாகவோ எதிர்முகமாகவோ இருக்கும். உதாரணமாக, மூலச் சுருள் வலமாக இருந்து துணைச் சுருளும் வலமாகச் சுற்றப்பட்டிருந்து, மூலச்சுருளின் மின்னோட்டம் கடை ஒன்றில் + வருவதாக இருப்பின் துணைச் சுருளில் கடை 3-ல் + வரும். அப்பொழுது Mஐ, + ஆகக் கொள்வோம். துணைச் சுருள் இடமாகச் சுற்றப்பட்டிருந்தால் கடை 4-ல் + வரும். அப்பொழுது Mஐ, — ஆகக் கொள்வோம். அதற்குப் புள்ளிக் குறிகள் வைக்கப்படும். (படம் 10 a)

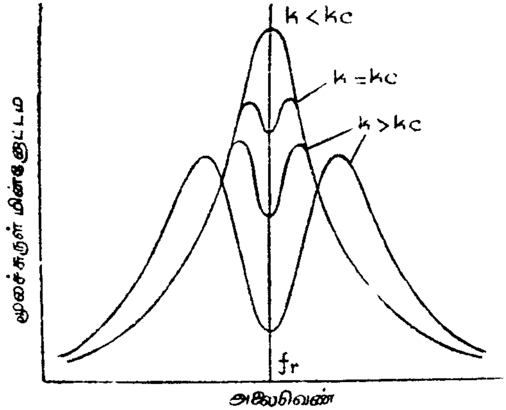
உதாரணமாக, வானொலி அலைவரிசையில் மூலச் சுற்றோ, அல்லது துணைச் சுற்றோ அல்லது இரண்டுமோ ஒத்திசைவுச் சுற்றாக அமையும். துணைச் சுற்று வழி ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியாக அமைகையில்,

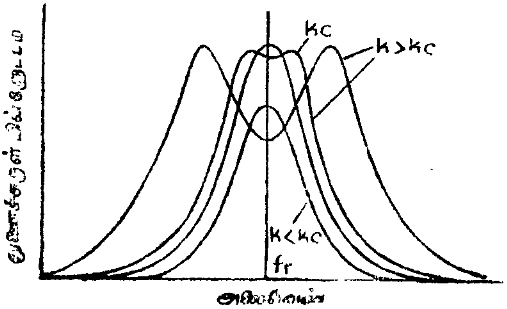
$$i_1 = \frac{e_1}{Z_{11} - \frac{(Zm)^2}{Z_{22}}} = \frac{e_1}{Z_{11} + \frac{\omega^2 M^2}{Z_{22}}}$$

இதில் $\frac{\omega^2 M^2}{Z_{22}}$ என்பது இணை மறுப்பு. Z_{22} ஒத்திசைவு எதிர்ப்பாக இருப்பதால் ஒத்திசைவு அலைவெண்ணில் அதன் மதிப்பு மிகக் குறைவாகும். ஆக, இணை மறுப்பு மிக அதிகமாகும். ஆனால் இசைவு அதிர்வெண்ணில்தான் துணை மின்னோட்டம் அதிக

மாகும். மிக அதிக மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு பொது மறுப்பையும் பொறுத்தது. ஆக ஒரு பொது மறுப்பு மதிப்பின் பொழுது துணைச்சுற்று வழியின் மின்னோட்டம் உச்ச மதிப்பை அடையும். இது மூலச்சுருள் வெறும் தடையாக இருக்கையில் $\omega_0 M = \sqrt{r_1 r_2}$. இதில் ω_0 ஒத்திசைவுச் சுழல் அலைவு (கோணத்தில்) ; r_1 மூலச்சுற்றின் தடை ; r_2 துணைச் சுற்றின் தடை.

இரு சுற்று வழிகளும் இசைவுச் சுற்று வழிகளாக அமைந்தால் பொதுவாக இரண்டும் ஒரே ஒத்திசைவு அலைவெண் உடை





படம் 3—11

மூலமும் துணையும் இயைவுச் சுற்றுகளாகும்பொழுது உண்டாகும் மினனோட்ட மாற்றங்கள்

யவையாக அமைந்திருக்கும். இவ்வகைச் சுற்று வழி இடை அலை வரிசைகளில் உபயோகப்படுகிறது இதில் பொது மறுப்பு சிறு

மதிப்பிலிருந்து அதிகமாக ஆக, துணைச் சுற்று வழியின் மின்னோட்டம் இசைவு அலைவெண்ணில் அதிகமாகி வருகிறது. பொது மறுப்பின் ஒரு மதிப்புக்கு மேல் இசைவு அலைவெண்ணில் மின்னோட்டம் குறைய ஆரம்பிக்கிறது. ஆனால் அந்த அலைவெண்ணின் இரு புறங்களிலும் மின்னோட்டம் அதிகமாகி இரண்டு அதிக பட்ச மதிப்பு அதிர்வெண்கள் உண்டாகின்றன. ஆக, இந்த மொத்தச் சுற்று வழிக்கு இரண்டு ஒத்திசைவு அலைவெண்கள் உண்டாகின்றன. இதனால் உண்டாகும் நன்மைகள்: ஒன்று: ஒரு சில அலை வரிசைகளுக்குத் துணை மின்னோட்டம் கிட்டத்தட்ட ஒரே மதிப்புடையதாக உள்ளது; இரண்டு: இப்பட்டைக்கு இருபுறமும் மின்னோட்டம் மிக வேகமாகக் குறைகிறது. அதாவது ஓரத் தேர்ச்சி (Skirt Selectivity) அதிகமாகிறது. ஏனென்றால் ஓரத் தேர்ச்சி இரண்டு ஒத்திசைவு சுற்று வழிகளின் இணைந்த தன்மை ஆகும். ஆனால் இரண்டு தனித்தனியான ஒத்திசைவுச் சுற்று வழிகளிலும் இதன் வேற்றுமை என்னவென்றால் வேண்டிய அலைப்பட்டையில் மின்னோட்டம் கிட்டத்தட்ட ஒரே மதிப்பாக இருப்பது ஆகும்.

ஒத்திசைவு அலைவெண்ணில் துணைமின்னோட்டம் அதிக பட்ச மதிப்பை அடையும் பொழுதுள்ள பொது மறுப்பின் காந்த இணை எண்ணை, உய்ய இணைப்பு (Critical Coupling) எனலாம். காந்த இணைவு இதற்குக் குறைவாக இருந்தால் குறை இணைப்பு என்றும், கூடுதலாக இருந்தால் மிகை இணைப்பு என்றும் கூறலாம். மிகை இணைப்பில் இரண்டு ஒத்திசைவு அலைவெண்கள் அமையும். அப்பொழுது இவ்விரு சுற்று வழிகளின் சராசரிக் குணங்காட்டி Q என்றால்,

$$\left[Q = \frac{Q_1 + Q_2}{2} \simeq \sqrt{Q_1 Q_2} \right]$$

பட்டை அகலம் $\frac{\sqrt{2} f_0}{Q}$; இது உய்ய இணைப்புக்கு.

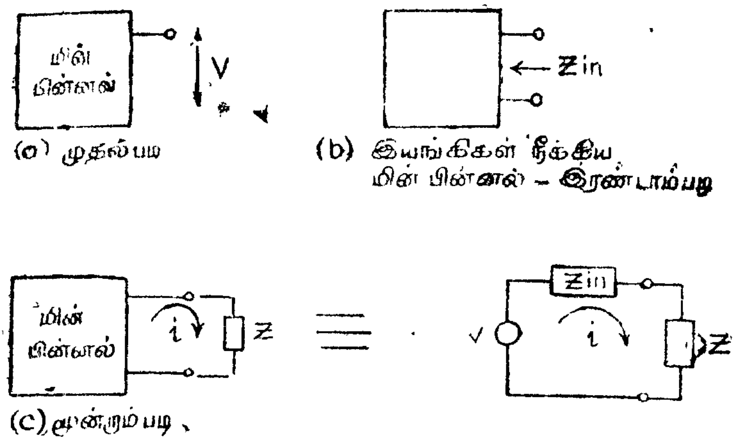
பட்டை அகலம் $\sqrt{2}\, k f_0$ இது மிகை இணைப்புக்கு; k காந்த இணைப்பு எண்.

பொதுவாக, சுற்று வழிகளின் குணங்காட்டிகள் மாறுபட்டிருந்தாலும், $Q = \sqrt{Q_1 Q_2}$ என்றெடுத்துக் கொண்டு சுற்றுவழியின் தன்மையை ஆராயலாம்.

இப்பொழுது சில சுற்று வழித் தேற்றங்களைக் கவனிப்போம். தெவெனின் தேற்றம், நார்ட்டன் தேற்றம்,

உச்சத்திறன் தேற்றம், மேல் பொருத்தல் தேற்றம் ஆகியவை முக்கியமானவை. இவைகளைக் கவனிப்பதற்கு முன், நாம் நேர், இருபுற, செயப்பாட்டு மின்னுறுப்புகளைப் பற்றி அறிய வேண்டும். நேர் மின்னுறுப்பு, ஒரு வோல்ட்டுக்கு ஒரு மின்னோட்டமுண்டானால், இரண்டு வோல்ட்டுக்கு இரு மடங்கு; நான்கு வோல்ட்டுக்கு நான்கு மடங்கு ஆகும். இவ்வாறாக வோல்ட், மின்னோட்ட வரிவடிவம் நேர்கோடாக அமையும். இருபுற உறுப்பு மின்னோட்டம் இடமிருந்து வலம் போகையில் காட்டும் தன்மைகளை அப்படியே வலமிருந்து இடம் போகையிலும் காட்டும். தானியங்கிகள் மின்கலம், ஒலி மிகைப்பி முதலியன. அவை தாமாகவே மின்னோட்டம், மின்னழுத்த வேறுபாடுகள் உண்டாக்கும். ஆனால் தடை, காந்தச் சுருள், கொண்மி, மின்மாற்றி ஆகியவை தாமே இயங்காதவை. இவற்றுள் மின்னோட்டமோ மின்னழுத்த வேறுபாடோ அளித்தால்தான் இயங்கும். ஆக, சுற்று வழிகளின் பாதையில் நேர், இருபுற தாமேயியங்கா உறுப்புகள் அமைந்திருப்பின் மேலே கூறப்பட்ட தேற்றங்களின் முடிவுகளை நாம் உபயோகிக்கலாம்.

தெவினின் கோட்பாடு பல மின்னூக்கிகள் கொண்ட மின் சுற்று வலையில் ஓர் உறுப்பின் மின்னோட்டத்தை அறிய உதவு



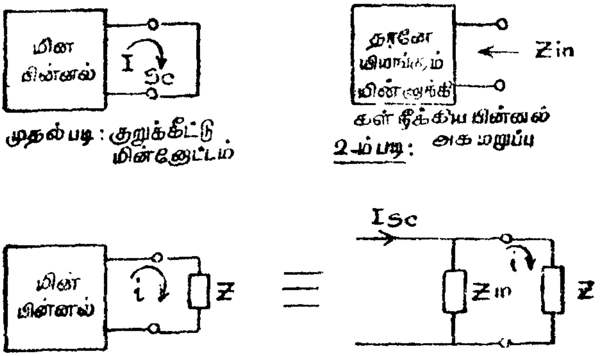
படம் 3–12.

தெவெனின் தேற்றம்

கிறது. இங்கு அந்த உறுப்பை எடுத்துவிட்டு அதன் முனைக் கடைகளின் மின் அழுத்த வேறுபாட்டை அளக்கவேண்டும். அது V வோல்ட் எனக் கொள்வோம். இப்பொழுது இந்த மின்

வலையிலுள்ள மின்னூக்கிகளை எடுத்து அவைகளின் உள் மறுப்புகளை மட்டும் வைத்துக்கொண்டு உறுப்பின் முனைக் கடைகளில் தெரியும் மறுப்பை அளக்கவேண்டும். அது Z_{in} ஆக இருக்கட்டும். இப்பொழுது Z மறுப்புள்ள உறுப்பை அந்த முனைக் கடைகளில் இணைத்தால், அதில் வரும் மின்னோட்டம் $\frac{V}{Z_{in} + Z}$ ஆகும்.

இதிலிருந்தே நார்ட்டன் தேற்றத்தை அடையலாம். உறுப்பின் முனைக் கடைகளைக் குறுக்கீட்டு இணைத்தால் வரும் மின்னோட்டத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். இது I_s ஆக இருக்கட்டும். பிறகு மின்னூக்கிகளை நீக்கி, அவைகளின் மறுப்புகளை மட்டும் உபயோகித்து, பின்னலின் முனைக் கடைகளில் மறுப்பை அளப்போம். இது z_{in} ஆக இருக்கட்டும். இப்பொழுது z என்ற உறுப்பை இணைத்தால் வரும் மின்னோட்டம் Z_{in} மறுப்பும், I_s என்ற மின்னோட்டமும் கொண்ட ஒரு மின்னோட்ட இயங்கியின் முனைக் கடைகளில் Z ஐ இணைத்தால் என்ன மின்னோட்டம் வருமோ அந்த மின்னோட்டமே இந்தப் பின்னலில் Z ஐ இணைத்தாலும் அந்த உறுப்பில் வரும்.



படம் 3—13.

நார்ட்டன் கோட்பாடு

$$I = \frac{I_{sh} \cdot Z_{in}}{Z_{in} + Z} = \frac{V}{Z_{in} + Z}$$

ஏனென்றால் $V = I_{sh} \cdot Z_{in}$

இந்த இரு தேற்றங்களும் நேர், இருபுற மின்னுறுப்புகள் கொண்ட மின் பின்னல்களை ஆராய மிகவும் பயன்படுகின்றன.

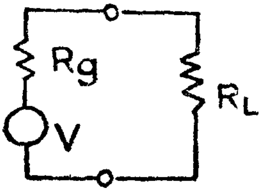
இப்பொழுது மேல் பொருத்தல் தேற்றத்தை ஆராய்வோம். ஒரு மின்பின்னலில் பல மின்னாக்கிகள் இருக்கலாம். அந்தப் பின்னலின் ஓர் உறுப்பில் இந்த மின்னாக்கிகளின் காரணமாக உண்டாகும் மொத்த மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிட வேண்டும். இதற்கு ஒரு மின்னாக்கி மட்டும் வைத்துக் கொண்டு, மற்றவைகளை நீக்கி, அவற்றின் மறுப்பை மட்டும் கொள்வோம். இப்பொழுது குறிப்பிட்ட உறுப்பில் வரும் மின்னோட்டம் I_1 ஆக இருக்கட்டும். பிறகு இரண்டாவது மின்னாக்கி மட்டும் வைத்துக் கொண்டு மின்னோட்டத்தைக் கவனிப்போம். அது I_2 ஆக இருக்கட்டும். இவ்வாறே I_3, I_4 ... முதலியவற்றை அளக்கலாம். எல்லா மின்னாக்கிகளும் பின்னலில் இருக்கையில் குறிப்பிட்ட உறுப்பில் வரும் மின்னோட்டம் $I = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots + I_n$. இது மேல் பொருத்தல் தேற்றம்.

பரிமாற்றத் தேற்றம் : நேர், இரு புற செயப்பாட்டு உறுப்புகள் கொண்ட மின் பின்னலில் பரிமாற்றுக் கொள்கை உண்மையாக இருக்கும். பரிமாற்றுக் கொள்கையின்படி ஒரு மின் பின்னலில் ஒரு சுற்று வழியில் V வோல்ட் கொடுக்கையில் மற்றொரு சுற்று வழியில் I ஆம்பியர் மின்னோட்டம் உண்டானால், இரண்டாவது சுற்று வழியில் V வோல்ட் கொடுத்தால் முதல் சுற்று வழியில் I ஆம்பியர் மின்னோட்டம் வரும். இதற்குச் சான்று முதல் சுற்றின் மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கும் இரண்டாவது சுற்றின் மின்னோட்டத்திற்கும் இடையே உள்ள இணைப்பு, இணை மறுப்பு என்றோ இணைவிடை என்றோ கொள்ளலாம். சுற்றுகள் நேர், இருபுற, தாமேயியங்கா உறுப்புகளால் ஆனவையானால், $Z_{12} = Z_{21}$; $Y_{12} = Y_{21}$. அதாவது ஒரு சுற்று வழிக்கும் மற்றொரு சுற்று வழிக்கும் உள்ள இணைவிடை அல்லது இணை மறுப்பு, இரண்டாவது சுற்று வழிக்கும் முதல் சுற்று வழிக்கும் உள்ள இணைவிடை அல்லது மறுப்பு ஆகிய இரண்டும் ஒரே மதிப்புள்ளனவாக இருக்கும்,

கடைசியாக, உச்சத் திறன் கோட்பாட்டை ஆராய்வோம். இது ஒரு மின்னாக்கிக்குச் சுமைப் பொருத்தும்பொழுது சுமைக்கு எப்பொழுது அதிகத் திறன் உண்டாகிறது என்பதைப் பற்றியது. இதன்படி, மின்னாக்கியின் உள் மறுப்பு வெறும் தடையாகவே இருந்தால்,சுமையும் தடையாகஇருந்து,அதன் மதிப்பு மின்னாக்கியின் உள்தடை மதிப்பாகவே ஆயின், சுமையில் அதிகத் திறன் உண்டாகும்.

மின்னாக்கியின் உள்தடை R_g ; சுமையின் தடை R_L ; திறன் $= I^2R = \frac{V^2 R}{(R_g \quad R)^2}$. இதன் அதிக பட்ச மதிப்பு $\frac{V^2}{4R}$ அது R_g

— R_L ஆகும்பொழுது வரும். மின்னாக்கியின் உள்மறுப்பு இருக்கையில் சுமையின் மறுப்பும் உள் மறுப்பும் ஒரே மதிப்புள்ளன



$$P_{max}(R_L = R_g) = \frac{V^2}{4R_L}$$

படம் 3—14.
அதிகத் திறன் தேற்றம்

வாக இருந்தால் சுமையில் உச்சத்திறன் உண்டாகும். அதாவது $|Z_g| = |Z_L|$, சுமையின் மறுப்பில் எதிர்வினைப்பை நம்மால் மாற்ற முடியுமானால், சுமையின் தடையும் மின்னாக்கியின் தடையும் ஒன்றாக இருக்கவேண்டும். $R_g = R_L$; சுமையின் எதிர்வினைப்பும், மின்னாக்கியின் எதிர் வினைப்பும் ஒரே மதிப்புள்ளனவாகவும், ஆனால் எதிர் குணத்தவையாகவும் இருக்கவேண்டும். $X_L = X_g$. இப்பொழுதும் உச்சத்திறன் $\frac{V^2}{4R_L}$ ஆகும்.

ஆக, மேலே கூறப்பட்ட கோட்பாடுகளைக் கொண்டு நாம் மின்னியல் சுற்று வழிகளை ஆராயலாம்.

பிரச்சினைகள்

1. காற்றிடையுடைய கொண்மி 10 சதுர செ. மீ. பரப்புள்ள 13 தகடுகளாலானது. தகடுகளின் இடைவெளி 2 மி. மீ. இதன் கொண்மத்தைக் கணக்கிடுக.

கொண்மம் $\frac{\varepsilon A}{d}$. 13 தகடுகள் இருப்பதால் 12 இடைவெளிகள் உள்ளன. ஆக மொத்தக் கொண்மம் $12 . \frac{\varepsilon A}{d}$

இதில் $\varepsilon = \frac{1}{36\pi x 10^9}$.

$A = 10$ சதுர செ. மீ. $= \frac{10}{10000}$ சதுர மீ.

$d = 2$ மி.மீ. $= \frac{2}{1000}$ மீ.

ஆகவே, கொண்மம் $= \frac{12 \times 10 \times 1000}{\frac{80\pi}{3} \times 10^9 \times 10000 \times 2}$

$= 530 \times 10^{-12}$ ஃபாரட் $=530$ பிகோ ஃபாரட்.

2. இரண்டு கொண்மிகள் முறையே $C_A = 100\ \mu F$; $C_B = 50\ \mu F$ என்ற கொண்மம் கொண்டுள்ளன. 240 V 50 Hz மின் அழுத்த வேற்றுமையில், அவை (a) தொடர்பாக (b) இணையாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. அப்பொழுது சுற்று வழியில் வரும் மின்னோட்டமென்ன ? சுற்று வழியில் உள்ள உச்ச ஆற்றல் என்ன ?

இரண்டு கொண்மிகள் C_A, C_B ஐத் தொடர்பாக இணைத்தால் அதன் கூட்டுக் கொண்மம் $= \frac{C_A\ C_B}{C_A + C_B} = \frac{100 \times 50}{150} = \frac{100}{3}\ \mu F.$

அதன் மறுப்பு $= \frac{1}{2\pi f.C} = \frac{1 \times 3 \times 10^6}{2\pi \times 50 \times 100}$

மின்னோட்டம் $= \frac{V}{X} = \frac{240 \times 100 \times 100\pi}{3 \times 10^6} = 2{\cdot}5\ A$

(ஆம்பியர்)

உச்ச ஆற்றல் $= CV^2 = \frac{100}{3 \times 10^6} \times 240 \times 240 = 1{\cdot}92$ ஜூல்

C_A-ல் உள்ள மின்னழுத்த வேற்றுமை $= 240 \times \frac{50}{150} = 80V$

C_B-ல் உள்ள மின்னழுத்த வேற்றுமை $= \frac{240 \times 100}{150} = 160\ V$

இவ்விரு கொண்மிகளை இணையாக இணைத்தால் அவற்றின் கூட்டுக் கொண்மம் $= C_A + C_B = 150\ \mu F.$

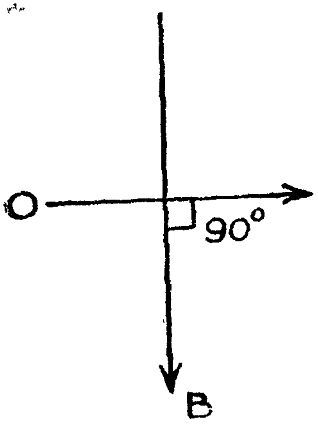
மின்னோட்டம் $= 240 \times 2\pi \times 150 \times 10^{-6} = 11{\cdot}3\ A.$

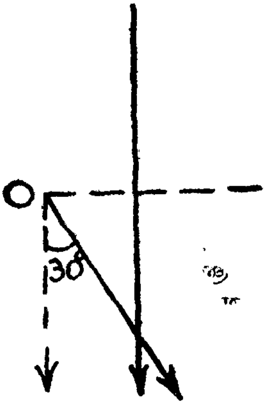
உச்ச ஆற்றல் $= CV^2 = 150 \times 10^{-6} \times 240 \times 240$

$= 8{\cdot}64\ J$

3. 50 செ.மீ. நீளமுள்ள கம்பி விநாடிக்கு 40 மீ. வேகத்தில் ஒரு சதுர மீட்டருக்கு ஒரு வெபர் காந்தச் செறிவில் காந்தத் திசைக்குச் செங்குத்தாகச் செல்கிறது. இக் கம்பியில் உண்டாகும்

மின்னழுத்த வேற்றுமையைக் கணக்கிடவும். கம்பி காந்தத் திசைக்குச் செங்குத்தாக அமைந்துள்ளது ; காந்தத் திசைக்கு 30° சரிவில் உள்ளது.





தூண்டு மின்னழுத்த வேற்றுமை $= B.\ l.\ v.\ \sin\theta$

$$= 1 \times \frac{50}{100} \times 40 \times \sin 90^\circ \qquad = 20\ V.$$

$$= 1 \times \frac{50}{100} \times 40 \sin 30^\circ \qquad = 10\ V.$$

4. முழு வட்டவடிவமான காந்தப் பாதையுள்ள உள்ளகத்தின் மேல் 1000 சுற்றுகள் உள்ளன. உள்ளகத்தின் குறுக்குப் பரப்பு 6·25 சதுர செ. மீ., விட்டம் 25 செ. மீ. இதன் நேர் தூண்டத்தைக் கணக்கிடுக.

$$\text{தூண்டம்} = \frac{N^2 A\, \mu}{l}$$

$$= 1000 \times 1000 \times \frac{6{\cdot}25}{10000} \times \frac{4\pi \times 10^{-7}}{25 \times \pi} \times 100$$

$$= 1\ mH$$

5. இரண்டு சுருள்களின் கூட்டுத் தூண்டம் தொடர் இணைப்புக்கு ஏற்றவாறு 0·6 H அல்லது 0·1 H ஆக இருக்கிறது. இதில் ஒரு சுருளின் தூண்டம் 0·2 H ஆனல் துணைத் தூண்டம், காந்த இணைவு எண் ஆகியவற்றைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

கூட்டுத் தொடர்த் தூண்டம் $= L_1 + L_2 \pm 2M$

ஆகவே, இவற்றின் வித்தியாசம் $= 4M$.

$4\ M = 0{\cdot}5\ H$

$M = 0{\cdot}125\ H.$

$L_1 = 0{\cdot}2\ H;\ L_1 + L_2 + 2\ M = 0{\cdot}6\ H.$

$\therefore\ L_2 = 0{\cdot}15\ H.$

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = \frac{\cdot 125}{\sqrt{\cdot 2 \times \cdot 15}} = 0{\cdot}722$$

6. உள்தடை 1 ஓம் உள்ள மின்கலன் 20 *V* மின்னழுத்த விசை அளிக்கிறது. இதன் முனைக் கடைகளிடையே எந்த மதிப்புள்ள தடையை இணைத்தால் தடையில் 36 வாட் திறன் கிடைக்கும் ?

வெளித்தடை *R* என்று கொள்வோம். அதில் மின்னோட்டம் $\frac{20}{1 + R}$. தடையில் சக்தி வேகம் $\left(\frac{20}{1+R}\right)^2 . R = 36\ W$

அல்லது $400\ R = 36\ (R^2 + 2R + 1)$

$0 = 36\ R^2 - 328\ R + 36.$

$$R = \frac{328 \pm \sqrt{328^2 - 4 \times 36 \times 36}}{2 \times 36.}$$

$= 9$ அல்லது $\frac{1}{9}$ ஓம்.

7. ஒரு ஹென்றி நேர் தூண்டமுள்ள ஒரு சுருள் ஒரு மைக்ரோ ஃபாரட் கொண்மமுள்ள கொண்மியுடன் தொடர் இணைப்புக் கொண்டுள்ளது. அதன் எதிர்ப்பை 50 Hz, 1000 Hz-ல் கணக்கிடுக.

50 Hz : சுருளின் மறுப்பு $= 2\ \pi \times 50 \times 1 = 314\ \Omega$

கொண்மியின் மறுப்பு $= \frac{10^6}{2\pi \times 50 \times 1} = 3183$

மொத்த மறுப்பு $= 3183 - 314 = 2869\ \Omega$

கொண்ம மறுப்பு தூக்கியிருக்கிறது.

1000 Hz : சுருளின் மறுப்பு $= 2\ \pi \times 1000 \times 1 = 6286$

கொண்மியின் மறுப்பு $= \frac{10^6}{\pi \times 1000 \times 1} = 159$

மொத்த மறுப்பு = 6286 — 159 = 6121.
சுருளின் மறுப்பு தூக்கி நிற்கிறது.

8. ஒரு தொடரில் 2 Ω தடையும் 10Ω எதிர் வினைப்பும் உள்ளன. அதற்குத் தொடராக உள்ள தடையின் எந்த மதிப்புக்குத் தடையில் அதிகத் திறன் உண்டாகும் ?

அதிகத் திறன் உண்டாக $R = |Z|$.

$$|Z| = \sqrt{2^2 + 10^2} = \sqrt{104} = 10{\cdot}2.$$

ஆகவே, $R = 10{\cdot}2\ \Omega$

9. 125 V. 50 Hz மின்னழுத்த வேற்றுமை ஒரு தடையும் கொண்மியும் உள்ள சுற்று வழியில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதில் மின்னோட்டம் 2·2 *A*. தடையில் கிடைக்கும் திறன் 96·8 *W*. தடையையும் கொண்மத்தையும் கண்டுபிடிக்கவும். தொடர் சுற்று வழியாகையால் இரண்டிலும் ஒரே மின்னோட்டம் பாய்கிறது. திறன் $= I^2R$

$$96{\cdot}8 = 2{\cdot}2 \times 2{\cdot}2 \times R$$

$$\therefore R = 20\ \Omega.$$

$$\text{மறுப்பு} = \frac{125}{2{\cdot}2} = 56{\cdot}25 = \sqrt{R^2 + X^2}.$$

$$\therefore X = \sqrt{56{\cdot}25^2 - 20^2} \approx 50{\cdot}2 = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$\therefore C = \frac{1}{2\pi \times 60 \times 50{\cdot}2} = 50\,\mu F$$

10. இரண்டு சுருள்களின் தூண்டங்கள் முறையே 0·1 H, 0 2 H ஆகும். அவற்றின் காந்த இணைவு எண் 0·35. அவைகளைத் தொடராக இணைத்தால் வரும் சுற்றில் 125 *V*, 50 Hz மின்னுக்கி என்ன மின்னோட்டமுண்டாக்கும் ?

$$M = k\sqrt{L_1L_2} = 0{\cdot}35\sqrt{0{\cdot}1 \times 0{\cdot}2} \approx {\cdot}05\ \text{H}$$

$$L = L_1 + L_2 \pm 2M = 0{\cdot}4 \text{ அல்லது } 0{\cdot}2\ \text{H}.$$

$$\text{மின்னோட்டம்} = \frac{125}{2\pi \times 50 \times 0{\cdot}2} \text{ அல்லது } \frac{125}{2\pi \times 50 \times 0{\cdot}4}$$

$$= 2\ A \text{ அல்லது } 1\ A.$$

227968

11. ஒரு சுற்றின் மறுப்பு $10 + j5$. அதன் மின் ஓடை, மின் கடப்பு ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

$$Z = 10 + j5;\ Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{10 + j5} = \frac{10 - j5}{125} = 0{\cdot}08 - j\,0{\cdot}0475$$

மின் கடப்பு $= 0{\cdot}08$; மின் ஓடை $= 0{\cdot}04$

12. ஒளி விளக்கு $3{\cdot}05A$ மின்னோட்டத்திற்கு $410\ W$ திறனுண்டாக்குகிறது. இதை 250 V 50 Hz மின்னாக்கியுடன் இணைக்க, தொடர் சுருளின் தூண்டம் என்ன ?

$$R = \frac{W}{I^2} = \frac{410}{3{\cdot}05^2} = 44\ \Omega$$

$$Z = \frac{250}{3{\cdot}05} = 82$$

$$X = \sqrt{82^2 - 44^2} \approx 69 = 2\pi \times 50 \times L$$

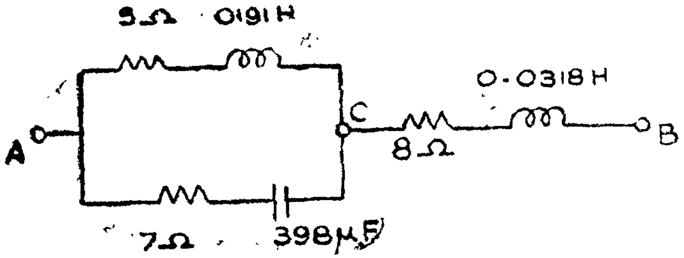
$$L = \frac{69}{100\pi} \approx 0{\cdot}22hy.$$

இச் சுற்றுக்கு இணையாக ஒரு கொண்மியை இணைத்து இம் மொத்தச் சுற்று வழியின் மறுப்பு வெறும் தடையாக அமைய வேண்டுமானால் அக் கொண்மியின் தேக்கத் திறன் என்ன ?

அல்லது $R^2 + X_L^2 = X_L X_C = \frac{L}{C}$ (இதை ஆசிரியர் விளக்கவும்.)

$$C = \frac{0{\cdot}22}{82 \times 82} = 32{\cdot}1\,\mu F$$

13.



50 Hz மின்னாக்கியின் எந்த மின்னழுத்தம் AB-ல் பொருந்தினால் கொண்மியில் 10 A மின்னோட்டமுண்டாகும் ?

முதலில் மறுப்புகளைக் கணக்கிடுவோம்.

$398\mu F: \quad \dfrac{10^6}{2\pi \times 50 \times 398} = 8\Omega$

$\cdot 0191\ hy: \quad 2\pi \times 50 \times 0\cdot 0191 = 4\cdot 77\Omega$

$\cdot 0318\ hy: \quad 2\pi \times 50 \times 0\cdot 0318 = 10\Omega$

கொண்மத் தொடரின் மறுப்பு $\sqrt{7^2 + 8^2} = 7 - j\,8$

அதன் மின்னழுத்த வேற்றுமை $= (7 - j\,8) \times 10 = 70 - j\,80$

இணையாக உள்ள சுருள் சுற்று வழியில் மின்னோட்டம் $= \dfrac{70 - j\,80}{5 + j\,4\cdot 77} = I_2$

ஆகவே $10 + I_2$ மின்னோட்டம், $8 + j\,10$ சுற்று வழியில் பாயும்.

அதன் மின்னழுத்த வேற்றுமை $(10 + I_2)(8 + j\,10)$

$V_{AB} = 70 - j\,80 + (10 + I_2)(8 + j\,10)$

14. ஒரு தொடர்ச் சுற்றுவழியில் 500 Ω தடை, 60 mH சுருள், $\cdot 053\ \mu F$ கொண்மி உள்ளன. அதன் மறுப்பையும் மறுப்பின் கோணத்தையும் 2000 Hz, 2820 Hz, 4000 Hz களில் கணக்கிடுக.

நொடிச் சுழல் நிகழ்ச்சி	2000	2820	4000
சுருளின் மறுப்பு $X = 2\pi fL$			
மின்தேக்கியின் மறுப்பு $X_C = 1/(2\pi fc)$			
வித்தியாசம் $X = X_L - X_C$			
எதிர்ப்பு $= \sqrt{R^2 + X^2}$			
கோணம் $\tan\theta = \dfrac{X}{R}$	$-56\cdot 3°$	0°	$56\cdot 3°$

15. ஒரு தடை, கொண்மி, மாறியல் தூண்டச் சுருள் ஆகியவை தொடராக 200V 50Hz மின்னாக்கியில் இணைக்கப்

பட்டுள்ளன. தூண்டத்தின் மதிப்பை மாற்றி, தொடரில் அதிகமான மின்னோட்டமுண்டாக்கப்பட்டது. இம் மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு 0·314 *A*. அப்பொழுது கொண்மியின் மின்னழுத்த வேற்றுமை 300 *V*. சுற்று வழியில் உபயோகப்பட்ட உறுப்புகளின் மதிப்பைக் கணக்கிடுக.

$$\text{மின்னோட்டம் } 0{\cdot}314\ A\text{; தடை} = \frac{200}{{\cdot}314} = 637\ \Omega$$

ஏனென்றால் உச்ச மின்னோட்டத்தின்பொழுது தொடர் ஒத்திசைவு உண்டாகிறது.

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{300}{{\cdot}314}; \quad \therefore \quad C = \frac{1 \times {\cdot}314}{2\pi \times 50 \times 300} = 3{\cdot}3\ \mu F$$

$$X_L = X_C; = \frac{3000}{\pi} = 2\pi f{\cdot}L; \quad \therefore \quad L = \frac{3000}{2 \times \pi \times 50 \times \pi}$$

$$= \mathbf{3{\cdot}04}\ h\text{y}$$

16. 1MHz ஒரு சுருள் கொண்மி கொண்ட தொடர் சுற்று வழியில் நிலையான மின்னழுத்த வேற்றுமை அளிக்கப்படுகிறது. கொண்மியின் கொண்மம் 500*pF* இருக்கும்பொழுது சுற்றுவழியில் உச்ச மின்னோட்டமுண்டாகிறது. மின்னோட்டம் இதற்குப் பாதியாக கொண்மம் 600 *pF* இருக்கும்பொழுது குறைகிறது. சுற்றிலுள்ள உறுப்புகளின் மதிப்பைக் கணக்கிடுக.

$$X_{500} = \frac{10^{12}}{2\pi \times 10^6 \times 500} = 318{\cdot}3$$

$$X_{600} = \frac{10^{12}}{2\pi \times 10^6 \times 600} = 265{\cdot}3$$

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C} = \frac{10^{12}}{4 \times \pi^2 \times 10^{12} \times 500} = 0{\cdot}05\ m\,hy.$$

தொடர் ஒத்திசைவின் பொழுது, $X_L = X_C$, $Z = R$.

மற்ற அலைவுகளில், $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$$= \sqrt{R^2 + (X_{500} - X_{600})^2}.$$

இது *R*-க்கு இரு மடங்காகிறது.

$$\therefore \quad 4R^2 = R^2 + (318{\cdot}3 - 265{\cdot}3)^2.$$

$$R = \frac{53}{\sqrt{3}} = 30{\cdot}7\ \Omega.$$

$$Q = \frac{318{\cdot}3}{30{\cdot}7} = 10{\cdot}8$$

17. ஒரு சுருள் 0·2 H நேர் தூண்டமும், 20 Ω தடையும் கொண்டுள்ளது. இதற்கு இணையாக 100 μF கொண்மி இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எந்த அலைவில் இவ்விணைப்பு வெறும் தடையாகத் தோன்றும் ? இத் தடையின் மதிப்பென்ன ?

$$R^2 + X_L^2 = X_L X_C.$$

$$400 + (\omega.\ 0{\cdot}2)^2 = \frac{0{\cdot}2 \times 10^6}{100} = 2000$$

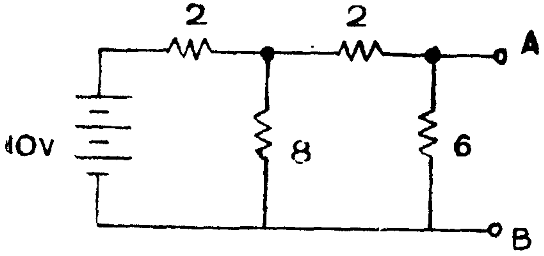
$$(2\pi f \cdot 0{\cdot}2)^2 = 2000 - 400 = 1600$$

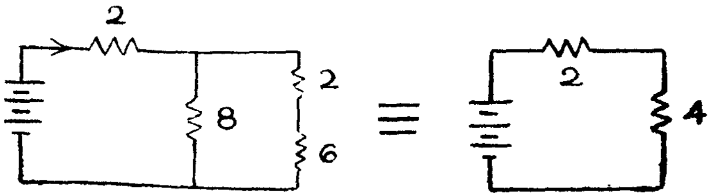
$$2\pi f \cdot 0{\cdot}2 = 40.$$

$$f = \frac{40}{{\cdot}4\ \pi} = 31\ 8\ \text{Hz}.$$

$$\text{தடையின் மதிப்பு} = \frac{L}{CR} = \frac{0{\cdot}2 \times 10^6}{100 \times 200} = 100\ \Omega.$$

18.





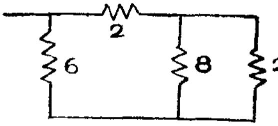
படத்தில் கொடுக்கப்பட்ட சுற்றுவழியில் *A*, *B* ஆகிய முனைகளிடையே தெவெனின் மின்னாக்கியின் உட்தடையையும் மின்னழுத்த விசையையும் கணக்கிடுக.

ஆகவே, பாட்டரி மின்னோட்டம் $= \frac{10}{6} A.$

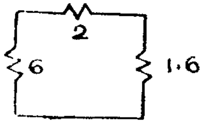
6 Ω-ல் வரும் மின்னோட்டம் $= \frac{10}{12} A.$

6 Ω-ல் மின்னழுத்த வேற்றுமை $= \frac{10}{12} \times 6 = 5\ V.$

உட்தடை =



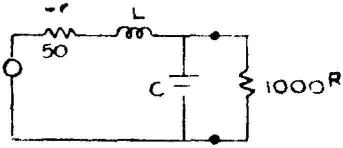
=



$$= \frac{6 \times 3{\cdot}6}{9{\cdot}6} = 2{\cdot}25\ \Omega$$

நார்ட்டன் மின்னோட்ட மதிப்பு $= \frac{5}{2{\cdot}25} = 2{\cdot}22\ A$

19. 1 kHz மின்னாக்கியின் உள் மறுப்பு 50 Ω தடையும், 0·01H சுருளும் தொடராக உள்ளது. இது 1000 Ω சுமைக்குத் திறனளிக்க வேண்டும். சுமைக்கு இணையாக ஒரு கொண்மியும் மின்னாக்கிக்குத் தொடராக ஒரு சுருளும் இணைக்கலாம். இவ்வாறு இணைக்கப்பட்ட உறுப்புகளின் எந்த மதிப்பிற்குச் சுமையில் உச்சத்திறன் உண்டாகும் ?



$$r^2 + X_L^2 = X_L X_c = Rr$$

$$R = \frac{X_L X_c}{r}$$

$$X_L^2 = 50{,}000 - 2{,}500 = 47{,}500$$

$$X_L = 218.$$

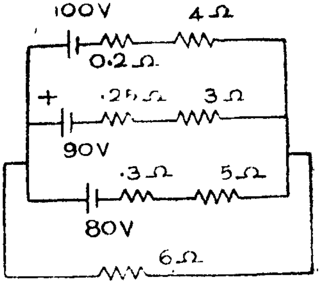
$$L = \frac{218}{2\pi \times 1000} = 34{\cdot}7\ m\,hy.$$

இதில் ஏற்கெனவே 10 *m hy* தூண்டம் உள்ளது. கூடுதல் சுருளின் தூண்டம் 34·7 — 10 = 24·6 *m hy*.

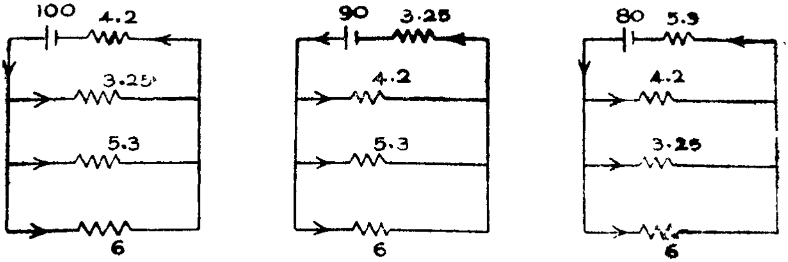
$$R = \frac{L}{Cr};\ C = \frac{L}{Rr} = \frac{34{\cdot}7}{10{\cdot}0} \times \frac{1}{1000} \times \frac{1}{50}$$

$$= {\cdot}694\mu F$$

20. இச்சுற்று வழியில் ஒவ்வொரு கிளையிலும் உள்ள மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிடுக.



இங்கு மேல் பொருத்தல் தேற்றத்தை உபயோகப் படுத்த வேண்டும்.



பிறகு, கிளை மின்னோட்டங்களை அம்புக் குறிக்கு ஏற்றவாறு கூட்டவும்.

குறிப்புப் புத்தகங்கள்:

1. *F. E. Terman* : 'Electronic and Radio Engineering.' McGraw Hill Co.

2. *John. D. Ryder* : 'Networks, Lines and Fields.' Asia Publishing House.

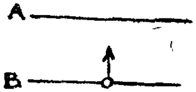
3. *Van Valkenburg* : 'Network Analysis.' Asia

4. *Everitt* : 'Communication Engineering.' McGraw Hill.

5 *Kerchener and Corcoran* : 'Elements in Electrical Engineering.'

4. எதிர்மின்னி இயக்கவியல்

எதிர்மின்னி எதிர்மின் தேக்கமுடையதாதலால் அது மின் விசையால் பாதிக்கப்படுகிறது. எதிர்மின்னி நகரும்பொழுது மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. அதனால் அது காந்தப் புலத்தால் பாதிக்கப்படுகிறது. எதிர்மின்னி நின்றாலும் நகர்த்தாலும் மின்விசையால் பாதிக்கப்படும். ஆனால் அது நகர்ந்தால்தான் காந்தப் புலத்தால் பாதிக்கப்படும்.



படம் 4—1.
எதிர்மின்னிப் பாதைகள்

A, B என்ற இரு மின்கடத்திப் பலகைகளுக்கு இடையே B பலகையின்மேல் ஓர் எதிர் மின்னி இருப்பதாக எடுத்துக் கொள்வோம். அப் பலகைகளுக்கு இடையில் V வோல்ட் மின்னழுத்த வேற்றுமையிருக்கட்டும். முதலில், எதிர்மின்னி ஓட்டமற்றிருக்கட்டும். மின்னழுத்த வேற்றுமை A நேர்மின் முனையாக இருந்தால் எதிர்மின்னி Aஐ நோக்கி ஈர்க்கப்படும். அதன் பாதையையும் போகும் வேகத்தையும் நாம் கணக்கிடலாம். இப் பலகைகளின் இடைவெளி d எனக் கொள்வோம். அப்பொழுது மின்புலம் $E = \dfrac{V}{d}$. எதிர்மின்னி மீதுள்ள விசை $= qE$. இது எதிர்மின்னியில் முடுக்கத்தை உண்டாக்குகிறது. $qE = m_e . a$. இதில் a முடுக்கம். $a = \dfrac{qE}{m_e}$.

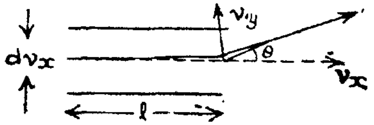
ஆகையால் வேகம் $v = \int a\, dt = \dfrac{qE}{m_e} \times t$

தூரம் $= \int v\, dt = \dfrac{qEt^2}{2m_e}$

தூரம் d ஆகும் பொழுது எதிர்மின்னி A என்ற பலகையை அடைகிறது. அந்த நேரம் T ஆனால், $T^2 = \frac{2m_e d}{qE}$;

$$(\text{வேகம்})^2 = \frac{2qEd}{m_e} = \frac{2qV}{m_e}$$

அதாவது எதிர்மின்னியின் இயக்கு சக்தி $\frac{1}{2} m v^2$ அந்த மின்புலத்தின் மின்னிலைச் சக்திக்குச் சமம். எதிர்மின்னியின் பொருள் செறிவு மிகக் குறைவாக இருப்பதால் அதன் வேகம் மிக அதிகமாக இருக்கிறது. உதாரணமாக, ஒரு வோல்ட் மின்னழுத்த வேற்றுமையின் ஓர் எதிர்மின்னி விநாடிக்கு 6×10^5 மீட்டர் வேகத்தை அடையும். அப் பலகைகளின் இடைவெளி 1 சென்டி மீட்டராக இருந்தால் ஒரு பலகையி லிருந்து மறு பலகையை அடையச் சுமார் 10^{-8} செகன்டாகும்.

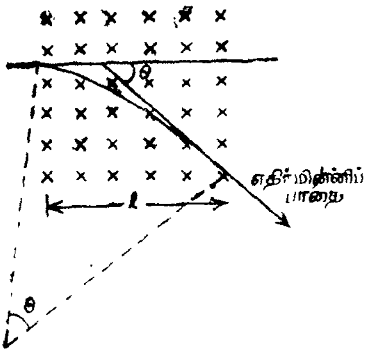


படம் 4—2.
எதிர்மின்னிப் பாதைகள்

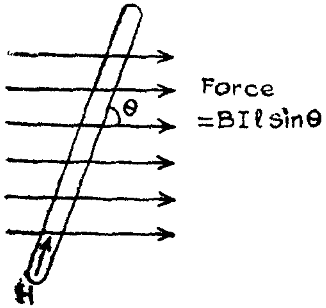
இரண்டு பலகைகளின் நடுவே எதிர்மின்னிக் கதிர்கள் பாய்வதாகக் கொள்வோம். இப் பலகைகளுக்கு இடையே V மின்னழுத்த வேறுபாடு இருந்தால் எதிர்மின்னிக்கு Yதிசைநோக்கி முடுக்கம் உண்டாகும். அதனால் Xதிசையில் நேராகச் சென்றிருந்த கிரணங்கள் சிறிது Y திசை நோக்கி வளையும். இதனால் எதிர்மின்னிக் கதிர்களை வளைக்கலாம். X திசை வேகம் முதலில v_x எனக் கொள்வோம். விசை Y திசையில் இருப்பதால் X திசைவேகம் மாறப்போவதில்லை. கூட Y திசையிலும் சிறிது வேகம் உண்டாகி, கதிர்கள் Y திசை நோக்கி வளையப் போகின்றன. மின் விசை, பலகைகளின் இடையே மட்டும்தான் உள்ளது. ஆக, எதிர்மின்னிகளுக்கு Y திசை முடுக்கம் பலகைகளுக்கு இடையே அவை செல்லும் வரை தான் உண்டு. இந்நேரம் $\frac{l}{v_x}$. இதில் l பலகைகளின் X திசை நீளம் ஆகும். இந்த நேரத்தில் வரும் Yதிசைவேகம் $v_y = \frac{qE_y}{m_e} \times \frac{l}{v_x}$ ஆகும். ஆக, இந்தக் கதிர்கள் பலகைகளை விட்டு வெளியேறும்பொழுது Xதிசைக்கு θ என்ற கோணத்தில் திரும்பிச் செல்லும். பலகைகளுக்கு வெளியே மின் விசையில்லாததால் கதிர்கள் நேர்கோட்டுப் பாதையிலேயே செல்லும். இதில் $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$.

நகரும் எதிர்மின்னி காந்தப் புலத்தில் புகுந்தால் காந்த விசையால் அதற்கு முடுக்கம் உண்டாகும். ஆனால் மின்விசை

உண்டாக்கும் முடுக்கம் மின்விசையின் திசையிலே இருக்கும். ஆனால் காந்த விசை உண்டாக்கும் முடுக்கம் காந்தத் திசைக்குச் செங்குத்துத் திசையிலிருக்கும். அதுவும் மின்னோட்டம் காந்த திசையிலேயே இருந்தால் முடுக்கம் இராது. மின்னோட்டத்தின் உறுப்பு காந்தத் திசைக்குச் செங்குத்தாக இருக்க வேண்டும். அப்பொழுதுதான் முடுக்கம் உண்டாகும். அதன் திசை, காந்தத் திசைக்கும் மின்னோட்டம் உள்ள பரப்பிற்கும் செங்குத்துத் திசையில் இருக்கும். ஓர் எதிர்மின்னி v என்ற வேகத்தோடு போகையில் அதன் மின்னோட்டம் — ev ஆம்பியர். இதில் எதிர்க் குறி மின்னியின் எதிர் மின் ஏற்றத்தால் வருகிறது. காந்த மண்டலத்தில் மின்னோட்டக் கம்பி உணரும் விசை $BIl \sin\theta$. இதில் B காந்தக் கோட்டுச் செறிவு; l காந்த மண்டலத்திலிருக்கும் கம்பியின் நீளம்; θ மின் கம்பிக்கும் காந்தக்கோடுகளுக்கும் இடையே உள்ள கோணம். விசை தாளுக்கு உட்புறமாக இருக்கும். படம் 3-ல் காந்தக்கோடுகள் தாளினுள் செல்கின்றன. எதிர் மின்னி வலப்புறம் வருகிறது. ஆக, விசை கீழ்ப் புறமாக வருகிறது. விசை எப்பொழுதும் காந்தக் கோடுகளும் எதிர் மின்னி வேகமும் கொண்ட பரப்பிற்குச் செங்குத்தாகவே இருக்கும். ஆகையால் இவ் விசை மையம் நோக்கியிழுக்கும் சக்தி போன்றது. இதனால்



படம் 4—3.
எதிர்மின்னிப்பாதை



படம் 4—4.
எதிர்மின்னிப் பாதை வளைகிறது.

$$B q v = \frac{m_e v^2}{R}$$ மையம் விட்டோடும் சக்தி காந்த விசை.

$$R = \frac{m_e v}{B q_e}$$

ஆக, வளைவு பாதையின் ஆரம், $R = \frac{m_e v}{Bq_e}$.

$l \quad R \sin \theta$

இதினின்று பாதையின் திருப்பக் கோணத்தை நாம் அறியலாம். ஆனால் எதிர்மின்னியின் வேகம் மாறுவதில்லை. மின் விசையில் எதிர்மின்னியின் வேகம் மாறுகிறது. எதிர்மின்னிப் பாதை முழுவதுமே காந்த மண்டலமாயின், எதிர்மின்னி ஒரு வட்டப் பாதையிலேயே சுற்றிச் சுற்றி வரும். அந்தப் பாதையின் ஆரம் $R = \frac{m_e v}{Bq_e}$. வட்டத்தின் பரிதி $2\pi R$; அதைச் சுற்ற ஆகும் நேரம் $\frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m_e v}{Bq_e v} = \frac{2\pi m}{Bq_e}$

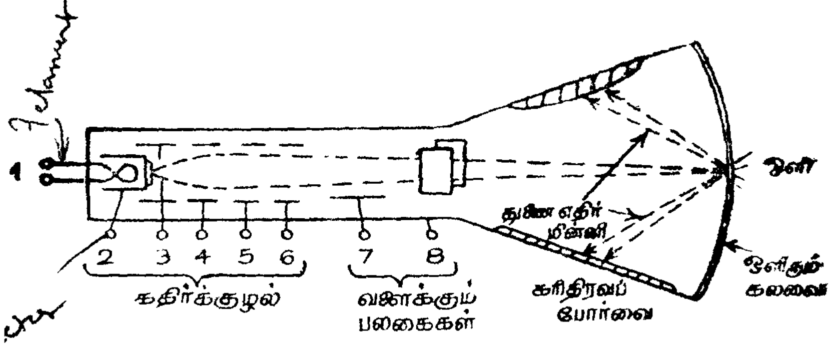
அல்லது ஒரு வினாடிக்கு $\frac{Bq_e}{2\pi m_e}$ சுற்றுகள் சுற்றும். குறிப்பிட்ட காந்தக் கோட்டுச் செறிவிற்கு இது நிலையானது. எதிர்மின்னி அதிக வேகத்தோடு வந்தால் பெரிய வட்டமாகச் சுற்றும்; குறைந்த வேகத்தோடு வந்தால் சிறிய வட்டமாகச் சுற்றும். ஆனால் கோண அலைவு எதிர்மின்னியின் வேகத்தைப் பொறுத்ததல்ல. இந்தக் கோண அலைவு $\omega_c = \frac{Bq_e}{m_e}$ சைக்ளோட்ரான் அலைவு எனப்படும்.

மின்விசையைக் கொண்டோ, காந்தப் புலம் கொண்டோ எதிர்மின்னிக் கதிர்களை வளைக்கலாம். இதனால் எதிர்மின்னிக் கதிர்களை ஒரு மையத்தில் குவியச் செய்யலாம். இதனால் மின் காந்த லென்ஸ், நிலைமின் லென்ஸ் செய்யப்படுகின்றன. இவை எதிர்மின்னி உருப்பெருக்கக் கருவியிலும், தொலைக்காட்சிப் பெட்டியிலும், எதிர்மின்னி அலைப்பதிப்பியிலும் உபயோகப் படுகின்றன.

உதாரணமாக, ஓர் எதிர்மின்னி அலைப்பதிப்பியை எடுத்துக் கொள்வோம். அது ஒரு நீள வெற்றிடக் குழல். அதனுள் ஓர் எதிர்மின்னிக் கதிர்க்குழல் உள்ளது. இக் கதிரை மையக் குவிக்கும் சாதனங்கள் உள்ளன. மற்றும் இக்கதிரை வளைக்கும் பொறிகளும் உள்ளன. முதலில் கதிர்க் குழலைக் கவனிப்போம்.

கதிர்க் குழலில் ஒரு வெப்ப எதிர்மின்னி உமிழ்வான் (2) உள்ளது. அதைச் சூடாக்க மின்னிழைய வெப்பமூட்டுச் சுருள் (1)

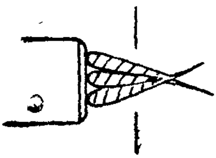
உள்ளது. அச்சுருளில் மின்னோட்டம் ஏற்பட்டால் அது சூடாகி, உமிழ்வானையும் சூடாக்குகிறது. உமிழ்வான் அருகே



படம் 4—5.

எதிர்முனைக் கதிர்க்குழல்

மாற்றும் மின்வாய் (3) உள்ளது. அது ஒரு வட்டத் தகட்டில் மையத்துவாரம் கொண்டது. எதிர்மின்னிகள் இத்துவாரம் வழியே வரும். வரும் எதிர்மின்னிகளின் அளவை, மாற்றும் மின்வாயின் மின்னழுத்த வேறுபாடு கட்டுப்படுத்தும். இம்மின்முனை மிக எதிர்மின் அழுத்தமாக இருந்தால் எதிர்மின்னிகள் வரமாட்டா. ஆகவே மாற்றும் மின்முனையின் மின் அழுத்த வேறுபாடு எதிர் மின்னிகளின் எண்ணிக்கையையும் அதனால் ஒளிரும் கலவையிலிருந்து வரும் ஒளியையும் மாற்றுகிறது. இந்த மின்முனையை அடுத்து, மூன்று முடுக்கும் மின்முனைகள் உள்ளன. அவை உமிழ்வானுக்கு நேர்மின்முனையாக இருப்பதால் எதிர்மின்னிகளை ஈர்க்கின்றன. கதிரிலுள்ள எதிர்மின்னிகள் ஏற்கெனவே மாற்றும் மின்முனையின் துளையுள் புகுவதால் குறுகி, பிறகு விரிவடைகின்றன. முடுக்கும் மின்முனைகளின் ஈர்ப்பு மேலும் அவைகளை விரிவடையச் செய்கின்றன. ஆனால் ஒளிரும் திரையில் அவை கூறிய புள்ளியாகக் குவியவேண்டும். அதற்கு இம் மூன்று மின்முனைகள் (3,4,5) உபயோகப் படுகின்றன. அவற்றிடையுள்ள மின் அழுத்த வேறுபாட்டுக்கேற்றவாறு எதிர் மின்னி கதிரைக் குவிய வைக்கவோ விரிவாக்கவோ முடியும். இவைகளுக்கிடையே உள்ள மின்புலத்தைப் பார்ப்போம்.

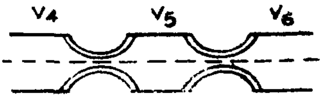


படம் 4—6.

மாற்று மின் வாயருகே எதிர்மின்னிக் கதிர்ப்பாதை

சாதாரணமாக V_4-ம், V_6-ம் ஒரே மின்னழுத்தமுடையனவாயிருக்கும். V_5, இவற்றைவிடக் குறைந்த அழுத்தமுடையதாகக்

கொள்வோம். அம்புக் குறி எதிர்மின்னிமேல் உண்டாகும் மின் விசையின் திசையைக் குறிக்கிறது. இதில் *I*, *III* என்று குறியிட்ட பாகங்களில் ஈர்ப்பு அச்சை விட்டோடுவதாகும். ஆக, கதிர் விரிவடையும். *II* என்று குறியிட்ட பாகத்தில் ஈர்ப்பு அச்சை

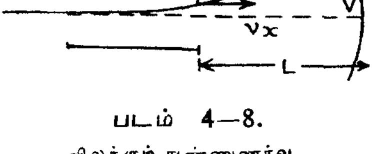


படம் 4—7.
கதிர் குவி அமைப்பு மின புலப பாதைகள்

நோக்கியிருப்பதால் கதிர் குவியும். கதிர் குவியும் பாகத்தில் மின் அழுத்தம் குறைவாக இருக்கிறது. அதனால் எதிர்மின்னி வேகமும் குறையும். $\left[v = \sqrt{\frac{2q_eV}{m_e}} \right]$. ஆக, குவியும் பாகத்தில் எதிர்மின்னி அதிக நேரம் தங்குவதால் இந்த 3 மின்முனைத் தொகுப்பு கதிரைக் குவியவே செய்கிறது.

இந்த எதிர்மின்னிக் கதிர் *X*, *Y* முதலிய விலக்குப் பலகைகள் வழியாகச் சென்று ஒளிரும் கலவையைத் தாக்குகிறது. எதிர் மின்னிகள் ஒளிரும் கலவையைத் தாக்கும் பொழுது அதிலுள்ள எதிர்மின்னிகள் ஒன்றிலே துணை எதிர்மின்னிகளாக வெளிவரும்; அல்லது கோளப்பாதை மாறுதல் அடையும். கோளப்பாதை மாறுதலடைந்த எதிர்மின்னிகள் பழைய பாதைக்கு வரும் பொழுதுமீதி ஆற்றலை ஒளிக் கதிராக வெளியிடுகின்றன. இதுவே நம் கண்ணுக்குப் புலப்படுகிறது. சில கலவைகள் நீல நிறம், சில பச்சை நிறம், சில சிவப்பு, மஞ்சள் முதலிய நிறங்களைக் கொடுக்கின்றன. பல கலவைகளைச் சேர்த்து வெள்ளை நிறமும் வரவழைக்கலாம். இது கருப்பு, வெள்ளை தொலைக் காட்சிப் பெட்டியில் உள்ள படக் குழலில் பூசப்படுகிறது.

எதிர்மின்னிப் பாதை வளைவதைப் பற்றி ஏற்கெனவே பார்த்தோம்.



படம் 4—8.
விலக்கும் நுண்ணுணர்வு

$\tan\theta = \frac{v_{y}}{v_x}$ எனக் கண்டோம். அத் தகடுகளுக்கும் ஒளிரும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் *L* ஆனால், பாதை விலக்கம் $\delta = L \times \frac{v_y}{v_x}$

$$= \frac{L \times q_e V \times l}{d m_e V x^2} = \frac{LVl}{2dV_{a}}$$

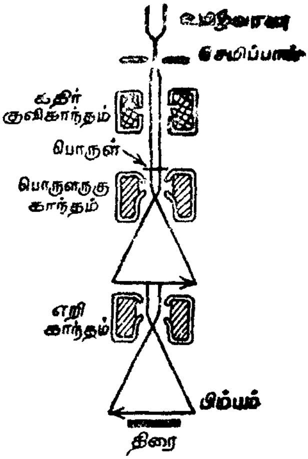
இதில் V_G என்பது V_G-ன் மின் அழுத்தம். எதிர்மின்னி இந்த அழுத்தத்தில் அடையும் வேகம் $v_x^2 = \frac{2q_eV_G}{m}$

எதிர்மின்னிக் கதிரை காந்த விசையாலும் மையக் குவிவோ, விலக்கவோ செய்யலாம். இதனால் சில நன்மைகள் உள்ளன. முதலாவது மின்விசை விலக்கலில் அதன் தகடுகளில் அழுத்த வேறுபாடில்லாதபொழுது அவைகளின் மின் அழுத்தம் V_G ஆக இருக்கவேண்டும் அப்பொழுதுதான் கதிரிலுள்ள எதிர்மின்னிகளும் v_x வேகத்துடன் போகும். ஆக, மின்விசை விலக்கும் தகடுகளின் மின் அழுத்தம் கதிர்க் குழலின் முடுக்க மின் முனையின் மின் அழுத்தத்துடன் சம்பந்தப்பட்டது. ஒளிப் புள்ளியின் ஒளி அளவு அதனைத் தாக்கும் எதிர்மின்னியின் சக்தியைப் பொறுத்தது. ஒளியை அதிகமாக்க, V_G-ன் மின்னழுத்தை அதிகமாக்க வேண்டும். அப்பொழுது விலக்கும் பலகைகளின் சமநிலை அழுத்தமும் உயரும். பாதை விலக்கம் δ குறைய ஆரம்பிக்கும்; அல்லது அதே பாதை விலக்கம் உண்டாக்க பலகைகளின் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை அதிகப்படுத்த வேண்டும்.

காந்த விசை முறையைப் பின்பற்றினால் காந்தச் சுருள் கண்ணாடிக் குழலிற்கு வெளியே இருக்கும். அதற்கும் கதிர்க்குழல் மின்முனைகளின் மின்னழுத்தத்திற்கும் தொடர்பு இல்லை. காந்த விசையால் உண்டாகும் விலக்குக் கோணம் கதிரின் வேகத்தைப் பொறுத்தது. காந்த விலக்கல் கதிரின் வேகத்தை மாற்றுவதில்லை. இதனால் கதிரின் வளைவு பாதையால் உண்டாகும் மையக் குவிப் பிடித்தல் குறையும். மின்விசை விலக்கலில் V_G ஐ இரு மடங்காக்கினால் V ஐயும் இரு மடங்காக்க வேண்டும். ஆனால் காந்த விலக்கலில் Bஐ 1·4 அல்லது $\sqrt{2}$ மடங்காக்கினால் போதும். இதனால் உபயோகப்படுத்தப்படும் மின்திறனும் குறையும். கடைசியாக, காந்த விலக்கல் உபயோகிக்கும் எதிர்மின்னிக் கதிர்க் குழல்களின் நீளம் குறைவாகவே இருக்கும்.

எதிர்மின்னி உருப்பெருக்கியைக் கவனிப்போம். சாதாரணமாக ஒரு பொருளின் சாயை தெளிவாக இருக்கவேண்டுமானால் அப்பொருளின் அளவுகள் ஊடுறுவும் ஒளியின் அலை நீளத்தை விட அதிகமாக இருக்கவேண்டும். அளவு அலை நீளத்திற்கு ஒப்பாக இருப்பின் ஒளிச் சிதைவு ஏற்பட்டு, சாயை தெளிவற்றிருக்கும். அளவு குறையக் குறைய சாயை ஒளிச்சிதைவால் பெரிதாகிக் கொண்டே போகும். ஆக ஒளி உருப்பெருக்கியினால் 4000 A ($1\ A = 10^{-10}$ மீட்டர்) அளவுள்ள பொருளை

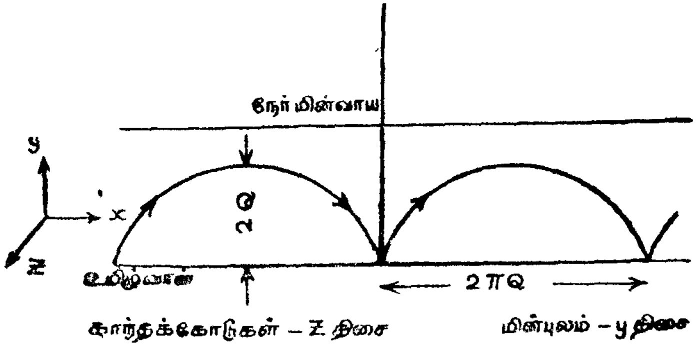
ஆராய முடியாது. இதற்கென X கதிர்களைக் கொண்டு உருப் பெருக்கி செய்தார்கள். ஆனால் X கதிர்கள் மனித உடலுக்கு ஊறு செய்வன. டீ ப்ராக்லி (De Broglie) தத்துவப்படி ஒரு பொருளின் இயக்கு விசைக்கேற்றவாறு அது அலைக் குணங்களைக் காட்டுகிறது. அதன் அலை நீளம் $\frac{h}{mv}$. இதில் h ப்ளாங்கின் நிலை எண்; mv இயக்க விசை. ஆக, எதிர்மின்னியின் இயக்க விசைக் கேற்றவாறு அதன் அலை நீளம் அமையும். உதாரணமாக 100 eV எதிர்மின்னியின் அலைநீளம் $1A$ ஆனால் மற்ற வக்ரங்களோடு எதிர்மின்னிகளின் ஒன்றுக்கொன்றெதிர்ப்பும் இந்த நுண்ணிய அளவுக்குப் பிரித்து ஆராய முடியாமல் தடுக்கின்றது. ஆனால் ஒளி உருப்பெருக்கியை விட அதிக அளவு உருப்பெருக்கம் 1,00,000 மிகச்சுலபமாக அடைய முடியும்.



படம் 4—9.

எதிர்மின்னி உருப்பெருக்கியின் பாகங்கள்

மற்றொரு முக்கிய உபயோகத்தையும் இப்பொழுது ஆராயலாம்.



படம் 4—10.

குறுக்குக் காந்த மின்புலப் பரப்பில் எதிர் மின்னியின் போக்கு

இரண்டு மின்கடப்பித் தகடுகளுக்கு இடைவெளி குறுக்காகக் காந்தக்கோடுகள் பாயும் பொழுது எதிர்மின்னி எவ்வாறு செல்

கிறது என்பதை ஆராயலாம். எதிர்மின் முனையிலிருந்து கிளம்பும் எதிர்மின்னி நேர்மின் முனையை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகிறது. அதன் வேகம் அதிகரிக்கும்பொழுது காந்த விசையால் அதற்குத் திசை மாற்றம் உண்டாகிறது. ஆக, அது நேர்மின் முனையை நோக்கிக் கிளம்பினாலும் கடைசியில் எதிர்மின் முனையையே அடை கிறது. இதற்குக் காரணம் காந்த விசை எதிர்மின்னி முதலில் பக்கவாட்டிலும்,அது திரும்பத் திரும்ப எதிர்மின் முனைப் புறமும் எதிர்மின்னியை இழுக்கிறது. நாம் திசைகளை X, Y என்று பிரித்து, அத் திசைவேகங்களை V_x, V_y என்று கொண்டால்,

$$a_y = \frac{q}{m} E_y - \frac{Bq_e v_x}{m_e}$$

$$a_x = \frac{Bq^e}{m^e} v_y$$

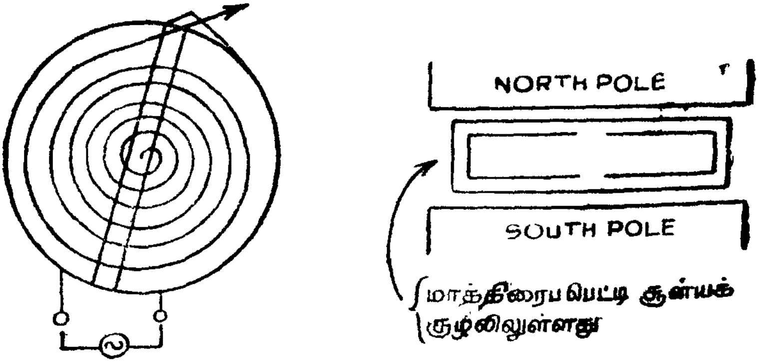
முதலில் எதிர்மின்னி சலனமற்று எதிர்மின்முனையில் இருப்ப தாகக் கொள்வோம். அப்பொழுது மின்விசையே இருக்கிறது. அதனால் v_y அதிகரிக்கிறது. v_y அதிகரிக்க a_x அதிகரிக்கிறது. அதனால் v_x உண்டாகிறது. v_x, a_y ஐக் குறைக்கிறது. v_x-ன் மதிப்பு $\frac{E_y}{B}$ ஆகும்பொழுது Y திசை முடுக்கம் பூச்சியமாகி விடுகிறது. v_x, $\frac{E_y}{B_x}$ ஐ விட அதிகமாகும்பொழுது Y திசை முடுக்கம் எதிர்மின் முனை நோக்கி அமைகிறது. ஆக,v_y குறைந்து கொண்டேவந்து பூச்சியமாகி, எதிர்மின் முனையை நோக்கித் திரும்ப ஆரம்பிக்கிறது. v_y திசை மாறினால் a_x-ம் திசை மாறும். அதனால் v_x குறையை ஆரம்பிக்கிறது. இதனால் a_x குறைந்து கொண்டே வந்து திசைமாற்றமடையும். ஆக, ஓர் எதிர்மின்னி வளைந்த பாதையில் மேலும் கீழுமாய் அலையும். இந்த அலைவு நீளம் X திசையில் $\frac{E_y}{B_z}\left[\frac{2\pi m_e}{B_z q_e}\right]$

y திசையில் எதிர்மின்வாயினின்று அதிக விலக்கம் $= \frac{2E_y}{B_z}\left(\frac{m_e}{B_z q_e}\right)$

அலைவு நேரம் $= \frac{2\pi m_e}{B_z q_e}$

காந்த மண்டலத்தில் எதிர்மின்னி செங்குத்தான பாதையி லிருந்து வட்டப் பாதையில் செல்கிறது என்று கண்டோம். இதை உபயோகித்து எதிர்மின்னி அல்லது நேர்மின் அணு அல்லது

குறையணுவை அதிகச் சக்தியுடையதாக்கி, அதைக் கொண்டு அணுவைத் துளைக்கும் ஆராய்ச்சி நடத்துகிறார்கள். நாம் முன்னமே காந்த மண்டலத்திற்குச் செங்குத்தாக வரும் எதிர்



படம் 4—11.
ஸைக்ளோட்ரான்

மின்னி அல்லது குறையணு செல்லும் பாதையின் சுழல் அலைவு குறையணுவின் வேகத்தைப் பொறுத்ததல்ல என்று கண்டோம். ஆக, இந்தச் சுழல் அலைவில் மாறு மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால் இந்த இரண்டு அரை வட்டப் பெட்டகங்களின் இடைவெளியில் குறையணு வரும்பொழுது மின்விசையில் அதன்வேகம் அதிகரிக்கிறது. பெட்டகத்துள் அதன் புது வேகத்துடன் அரை வட்டம் சுற்றும். மறுபடியும் இடைவெளி வரும்பொழுது மின்விசையும் திசை மாறி மேலும் குறையணுவின் சக்தியை அதிகரிக்கிறது. ஆக, குறையணு n முறை இடைவெளியைக் கடந்தால் அது nV (eV) (எலக்ட்ரான் வோல்ட்) மொத்தச் சக்தி அடைந்து வெளியேறும். உதாரணமாக $V=10{,}000$ வோல்டாக இருந்து, $n=100$ ஆக இருந்தால் (அதாவது 50 அலைவு நேரம்) வெளிவரும் குறையணு 10 லட்ச எலக்ட்ரான் வோல்ட் சக்தியுடன் வெளிவரும். இந்த இயந்திரத்தை ஸைக்ளோட்ரான் அல்லது அணு பிளப்பான் என்று கூறுவர்.

பிரச்சினைகள்.

1. எதிர்மின்னிக் கதிர் 1500 V-க்கு முடுக்கப்பட்டுள்ளது. 2 செ.மீ. தூரத்தில் 10° வளையச் செய்ய எவ்வளவு காந்தப் புலச் செறிவு வேண்டும்?

$$\text{வேகம்} = \sqrt{\frac{2 \times 1{\cdot}6 \times 10^{-19} \times 1500}{9 \times 10^{-31}}}\ m/sec.$$

$$2\ \text{செ.மீ.} = \frac{2}{100}\ \text{மீ.} = l$$

$$l = R \sin\theta\ ; \qquad \therefore\ R = \frac{2}{100 \cdot \sin 10^\circ}$$

$$R = \frac{mv}{Bq_e}\ ; \qquad \therefore\ B = \frac{mv}{Rq_e} = \frac{mv}{2q_e} \times 100 \cdot \sin 10^\circ$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 9 \times 10^{-31} \times 1500}{1{\cdot}6 \times 10^{-19}}} \times \frac{100 \cdot \sin 10^\circ}{2}$$

$$= 1{\cdot}13 \times 10^{-3}\ Wb/m^2.$$

2. ஓர் எதிர்மின்னி 10^{-16} ஜூல் சக்தியுடன் இணைப் பலகைகளில் ஒன்றிலிருந்து கிளம்புகிறது. மறு பலகை 400 *V* எதிர்மின்னழுத்தத்தில் உள்ளது. எதிர்மின்னி மறு பலகையை அடையுமா? மறு பலகையின் எந்த மின்னழுத்தத்திற்கு எதிர் மின்னி அப் பலகையைப் பூச்சிய வேகத்தில் தொடும்?

$$10^{-16}\ \text{ஜூல் என்றால்}\ \frac{10^{-16}}{1{\cdot}6 \times 10^{-19}}\ eV = 625\ eV.$$

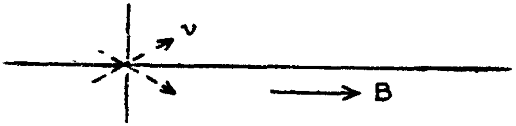
ஆகவே, 400 *V* தடுப்பினால் 400 *eV* சக்தி குறைந்து 225 *eV* சக்தியுடன் மறு பலகையை அடையும். மறு பலகையைப் பூச்சிய வேகத்துடன் அடைய 625 *V* எதிர்மின்னழுத்தமிருக்க வேண்டும்.

3. ஓர் எதிர்மின் முனைக் கதிர்க்குழலில் உள்ள வளைப்புப் பலகைகளின் நீளம் 1·27 செ.மீ.; இடைவெளி 0·475 செ.மீ. இப் பலகைகள் ஒளிரும் திரையிலிருந்து 19·4 செ.மீ. தூரத்தில் உள்ளன. எதிர்மின்னிக் கதிர்கள் 400 *V* முடுக்கத்துடன் பலகை களிடை வருகின்றன. இதன் விலக்க நுண்ணுணர்வு என்ன?

$$\delta = \frac{lLV}{2d\,V_a}\ ; \ \frac{\delta}{V}\ \text{விலக்க நுண்ணுணர்வு}\ \frac{\text{மி.மீ.}}{\text{வோல்ட்}}$$

$$= \frac{12{\cdot}7 \times 194}{2 \times 4{\cdot}75 \times 400}$$

4. எதிர்மின்னிகள் நேர்மின் முனையின் ஒரு சிறு துவாரம் வழியாக மிகச் சிறிய விரிவுடன் வெளிவருகின்றன. நேர்மின் முனை எதிர்மின் உமிழ்வானுக்கு 900 V நேர்மின்னழுத்தத்தில் உள்ளது. கதிருக்கு இணையாக 2·5 mWb/m^2 காந்த புலச்செறிவு எதிர்மின்னிக் கற்றைகளை ஒளிரும் திரையில் ஒரு சிறு புள்ளியாகக் குவிக்கிறது. இப்பொழுது நேர்மின்முனையின் மின்னழுத்தத்தை 400 V ஆக்கினால் கதிரைக் குவிக்க எவ்வளவு காந்த புலச்செறிவு வேண்டும் ? இதற்கு அடுத்த அதிகமான குவிக்கும் காந்த புலச் செறிவு என்ன ?



எதிர்மின்னிக் கதிர் ஒரு குறைந்த அளவு கோணம் x அச்சுடன் அமையட்டும். இதன் வேகத்தின் அச்சுப் பாக உறுப்பு $v \cos \alpha$; செங்குத்துத் திசை உறுப்பின் மதிப்பு $v \sin \alpha$. காந்த புலச்செறிவு அச்சின் திசையிலிருப்பதால் செங்குத்துத் திசைவேகமே திசை மாற்றமடையும். இதன் கோண அலைவு $\frac{Bq_e}{m}$. ஒரு சுற்றின் நேரம் $= \frac{2\pi\, m_e}{Bq_e}$. இந் நேரத்தில் அச்சின் திசையில் $v \cos \alpha . \frac{2\pi\, m_e}{Bq_e}$ தூரம் செல்லும். இத் தூரம் எதிர்மின் முனைக்கும் ஒளிரும் திரைக்கும் இடையே உள்ள தூரமாயின் விலகிய எதிர்மின்னிகள் மறுபடியும் ஒளிரும் திரையில் ஒரே இடத்தில் ஒன்று சேரும்.

$L \approx v \frac{2\pi\, m_e}{Bq_e}$, அதாவது $\frac{v}{B}$ நிலை எண் ஆகிறது. $v \propto \sqrt{V}$;

ஆகவே, $\frac{\sqrt{V}}{B}$ நிலை எண் ஆகிறது.

$$\frac{\sqrt{900}}{2{\cdot}5\, mWb/m^2} = \frac{\sqrt{400}}{B}\ ;\ B = \frac{2}{3} \times 2{\cdot}5 = \frac{5}{3}\, mWb/sq\ m$$

2 ஆவது சுற்று நேரத்தில் ஒன்று சேர்ந்தால் $L = v \times \frac{4\pi\, m_e}{Bq_e}$

ஆகவே, B இருமடங்காக வேண்டும் $= \frac{10}{3}\ mWb/m^2$.

5. ஒரு சைக்ளோட்ரானில் கருநேர்மின் கதிர்கள் உபயோகப்படுகின்றன. காந்தப் புலச்செறிவு 0·9 Wb/m^2. உபயோகிக்கப்படும் அலைப்பியின் அலைவுகள் என்ன ?

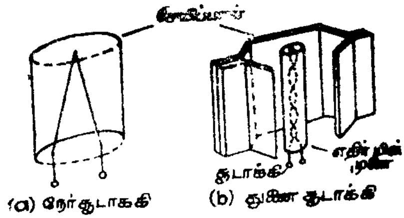
ஒவ்வொரு முறை இடைவெளியைக் கடக்கும் பொழுதும் 60,000 V மின்னழுத்த முடுக்கம் உண்டாகும் 6MeV சக்தியுடன் வெளிவர எவ்வளவு நேரமாகும் ?

$$\omega_c = \frac{Bq}{m} = \frac{0{\cdot}9 \times 1{\cdot}6 \times 10^{-19}}{1{\cdot}673 \times 10^{-27}} ; \quad T = \frac{2\pi}{w_c}$$

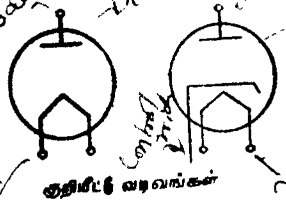
60 keV ஒவ்வொரு கடப்புக்கும் உண்டாகிறது. 6000 keV அடைய 100 கடப்புகள் அல்லது 50 T நேரமாகும்.

5. சூன்ய இருமுனையமும் மின்திருத்தியும்

ஓர் எதிர்மின்னி உமிழ்வானையும் எதிர்மின்னியைச் சேமிப்பானையும் ஒரு வெற்றிடக் குழலில் அடைத்தால் அது இரு முனையமாகிறது. எதிர்மின் முனை நேர் சூடாக்கியாகவோ அல்லது துணைச் சூடாக்கியாகவோ இருக்கலாம்.

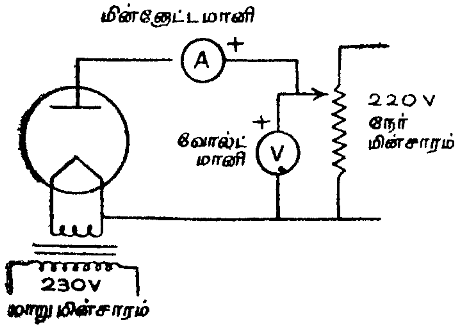


படம் 5—1. (*a*)
வெட்டுப்படங்கள்

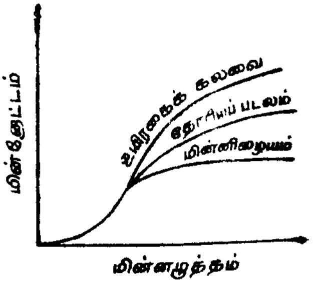


படம் 5—1. (*b*)
வரிகப்படங்கள்

உமிழ்வானைச் சூடாக்கினால் அது எதிர்மின்னிகளைக் கக்குகிறது. இவ்வெதிர்மின்னிகள் நேர்மின் முனையை நோக்கி



படம் 5—2. (*a*)
ஆராய்ச்சி இணைப்புப் படம்

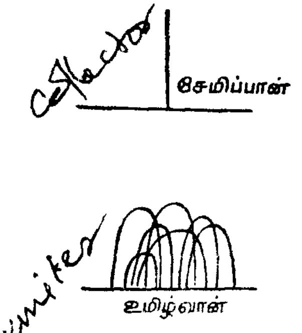


படம் 5—2. (*b*)
வரிவடிவம் இருமுனையத்தின் சிறப்பியல்பு

வருகின்றன. அதனால் நேர்மின்முனை சுற்று வழியில் மின்னோட்டம் உண்டாகிறது.

வெப்ப உமிழ்வான் அதன் வெப்பநிலைக்கு ஏற்றவாறு மின்னோட்டம் கொடுக்கும் என்று கண்டோம். ஆனால் நேர் மின்முனை பாஸிடிவாக்கப்பட்டதும் அம் முழு மின்னோட்டம் வருவதில்லை. மின்னோட்டம் மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறு மாறுகிறது. இது ஏன் என்று ஆராயவேண்டும்.

உமிழ்வான் சூடாக்கப்பட்டதும் அதிலிருந்து எதிர் மின்னிகள் வெளி வருகின்றன. வெளி வரும் மின்னிகள் உமிழ்வானால் ஈர்க்கப்படுகின்றன. ஏனென்றால் மின் சமநிலை எதிர் மின்னி வெளி வருவதால் பாதிக்கப்பட்டு உமிழ்வான் நேர்மின் ஏற்றத்துடன் விளங்குகிறது. ஆகையால் உமிழ்வானைச் சுற்றி ஓர் எதிர்மின்னிக் கூட்டம் மேகம் போல் படர்ந்திருக்கிறது. அதிலிருந்து சில எதிர் மின்னிகள் உமிழ்வானுக்கே திரும்புகின்றன.



படம் 5—3.
எதிர்மின்னேற்ற மேகம்

இந்த மின்னேற்ற மேகம் மற்ற எதிர் மின்னிகள் எதிர்மின் முனையிலிருந்து வெளி வருவதைத் தடுக்கின்றது. ஆகவே, எதிர்மின் முனையிலிருந்து அதன் உச்ச மின்னோட்டம் வெளி வருவதில்லை. நேர்மின் முனையை நேர்மினாக்கினால் அது மின்னேற்ற மேகத்திலிருந்து சில எதிர்மின்னிகளை ஈர்க்கிறது. அப்பொழுது எதிர் முனையருகிலிருக்கும் மின்னுமிழ்த்தடை குறைகிறது; அதிக அளவு எதிர்மின்னிகள் வெளிப் படுகின்றன. இப்பொழுது மின்னேற்ற மேகத்தில் நேர்மின் முனையின் ஈர்ப்பைத் தாங்க வல்ல அளவுக்கு எதிர்மின்னிகள் இருக்கும். நேர்மின் முனையின் மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்க, மின்னேற்ற மேகத்தில் எதிர்மின்னிகள் மேலும் அதிகரிக்கும். இவ்வெதிர்மின்னிகள் நேர்மின் முனையை அடைய, அவைகளின் இடத்தை நிரப்ப எதிர்மின் முனையிலிருந்து எதிர்மின்னிகள் வரும். ஓர் உத்தேசக் கணக்கிற்கு, மின்னேற்ற மேகத்தின் எதிர்மின்னி எண்ணிக்கை நேர்மின் முனையின் மின் அழுத்தத்தைப் பொறுத்தது. இது நேர்விகித முறைப்படி இருக்கும். மின்னோட்டம் எதிர் மின்னிகள் எண்ணிக்கையையும் அவைகளின் சராசரி வேகத்தையும் பொறுத்தது.

$I = nq_e v$

இதில் $n \propto V_a$ என்று கண்டோம்.

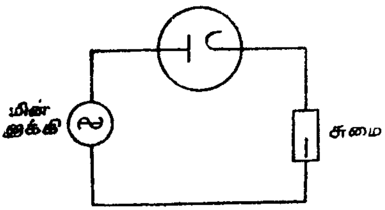
$v \propto \sqrt{V_a}$ ஏனென்றால் மின்னோட்டத்தின் இயக்கவிசை மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்தது. ஆக, மின்னோட்டம் $V_a^{\frac{3}{2}}$ ஆக அமையும்.

$$I = \frac{k V_a^{\frac{3}{2}}}{d^2.}$$; இதில் k-ன் மதிப்பு $2 \cdot 33 \times 10^{-6}$

இது சம மட்டநேர் எதிர்மின் முனைகள் உள்ள இடத்தில் பொருந்தும். நேர்மின் முனையின் மின்னழுத்தத்தை மிக அதிகமாக்கினால் வெளிவரும் எதிர்மின்னிகள் உடனே நேர்மின் முனையையடையும். எதிர்மின்னிகள் நிதானமாகச் செல்லும்பொழுதுதான் அதன் மின் விசை அதனருகில் உள்ள எதிர்மின்னிகளைத் தாக்கி ஒவ்வொன்றாக எல்லா எதிர்மின்னிகளும் நிதான நடை போட்டு மின்னேற்ற மேகமுண்டாகும். ஆக, அதிக மின்னழுத்தத்தின் பொழுது எதிர்மின் முனையிலிருந்து வரக் கூடிய எல்லா எதிர் மின்னிகளும் வெளி வந்து நேர்மின் முனையை அடைந்துவிடும். இப்பொழுது மின்னழுத்தத்தை அதிகப்படுத்துவதால் மின்னோட்டம் அதிகமாகாது.

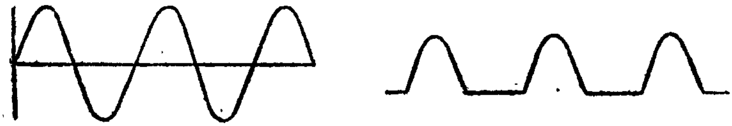
ஆகவே, வெற்றிட இரு முனையத்தை இரு வழிகளில் பயன் படுத்தலாம். முதல் முறையில் மின்னோட்டம் மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறு மாறுதலடையும் பாகம்; இரண்டாவது மின்னோட்டம் மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்குச் சம்பந்தமின்றி நிலையாக இருக்கும் பாகம். ஆனால் நேர்மின் முனை எதிர்மின் முனைக்கு நேர்மின்னழுத்தத்தில் இருந்தால் தான் மின்னோட்டம் உண்டாகும். நேர்மின் முனை எதிர் மின்னழுத்தத்தில் இருந்தால் மின்னோட்டம் ஏற்படாது. ஏனென்றால் வெற்றிட இடைவெளியில் எதிர்மின்னிகள் உமிழ்வானிலிருக்கின்றன நேர்மின் முனை உமிழ்வானில்லை. எதிர் மின்னிகள் பாஸிடிவ் அழுத்தத்தால் தான் இழுக்கப்படும். ஆகவே, நேர்மின் முனை நெகடிவாகஇருந்தால் மின்னோட்டம் உண்டாகாது. ஆக, இரு முனையம் ஒரு வழி மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கும்; எதிர்வழி மின்னோட்டத்தைத் தடைச் செய்யும். ஆக, இது ஒரு வழிக் குழல். இரண்டாவது கடப்பு திசையில் இரு முனைக் குழலின் மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறு மின்னோட்டம் அமைகிறது.

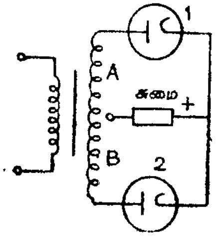
ஆக, ஒரு மின்னூக்கியை இருமுனையம் மூலம் சுமைக்கு இணைத்தால், மின்னூக்கியின் திறன் இருமுனைக் குழலுக்கும் சுமைக்குமாகப் பங்கிடப்படுகிறது. இதனால் சுமையின் திறன் மின்னூக்கியின் திறனை விடக் குறைவாகிறது. அதாவது இருமுனையம் மிகைப்பியாக அமைய முடியாது.



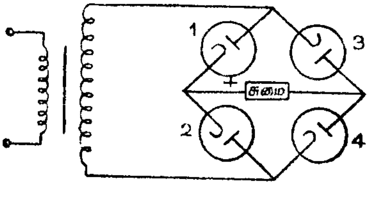
படம் 5—4.
மின திருத்திச் சுற்று வழி

மாறுமின்சார மின்னூக்கியை மேலே கூறியவாறு சுமையுடன் இணைத்தால், சுமையில் மாறு மின்சாரத்தின் நேர் பாதியில் தான் மின்னோட்டம் பாயும்; எதிர் பாதியில் மின்னோட்டம் பாயாது. ஆகவே, சுமையில் அரை அலை மின்னோட்டந்தான் உண்டாகும். இந்த மின்னோட்டத்தால் உண்டாகும் மின்னழுத்தம், சுமை வெறும் தடையாக இருந்தால், மின்னோட்ட வரி வடிவமாகவே இருக்கும். சுமையின் இரு முனையத்தின் எதிர்மின் முனைப் புறம் நேர்மின் முனையாக


படம் 5—5.
மின்னூக்கியின் அழுத்த வரிவடிவம்   சுமையின் மின்னோட்ட வரிவடிவம்



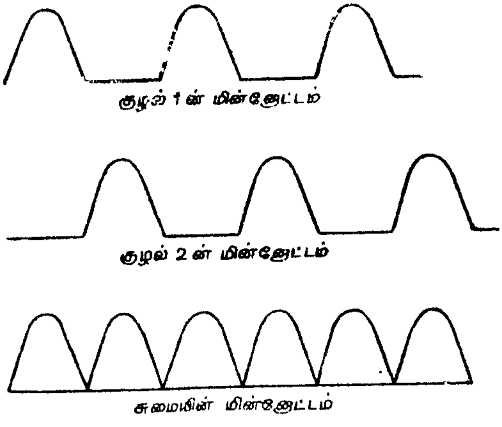
படம் 5—6 (*a*).
நடுமுனையுள்ள துணைச சுருள் மின்மாற்றி அமைப்பு



படம் 5—6 (*b*).
பாலச்சுற்று அமைப்பு

இருக்கும் ; அல்லது மின்னழுத்த வேற்றுமையே இராது. அதாவது இது ஒரு வகையான நேர் மின்சாரம் ; ஆனால் அதிக சலசலப்புடன் கூடியதாக உள்ளது. சலசலப்பைக் குறைக்க முழு அலைவுத் திருத்தி முறையைக் கையாளலாம். இதில் இரு வகைகளுள்ளன. ஒன்று துணைச் சுருளின் நடு முனையுள்ள மின்மாற்றியை உபயோகித்தல் ; இரண்டாவது பாலச்சுற்று உபயோகித்தல்.

படம் 6(a)ல் நடுமுனையிலிருந்து பார்த்தால் *A* என்ற சுருளின் மின்னழுத்தமும், *B* என்ற சுருளின் மின்னழுத்தமும் மாறுபடும் போக்குடன் இருப்பது புலப்படும். ஆக, *A* சுருள்; இருமுனையம் 1, சுமை; இது ஒரு சுற்றுவழி. *B* சுருள்; இருமுனையம் 2, சுமை; இது இரண்டாம் சுற்றுவழி. ஆக, *A*-ம் *B*-ம் மாறி மாறிச் சுமையில் மின்னோட்டம் உண்டாக்குகின்றன.

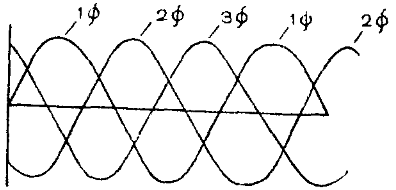


படம் 5—7.
மின்னோட்ட வரிவடிவங்கள்

சுமையின் மின்னோட்டத்தைப் பார்த்தால் அது அரை அலைச் சுற்று வழியைவிட எவ்வளவோ மேலானது; சலசலப்பும் குறைந்திருக்கிறது. படம் 6 (b) ஐக் கவனிக்கலாம். இதில் துணைச் சுருளில் மாறுமின்சாரம் பாய்கிறது. அதன் நேர்பாதியில் குழல் 1, சுமை, குழல் 4 வழியாக மின்னோட்டம் பாய்கிறது. அதன் எதிர்பாதியில் குழல் 2, சுமை, குழல் 3 வழியாக மின்னோட்டம் பாய்கிறது. எப்படியும் சுமையில் மின்னோட்டம் எப்பொழுதும் இடமிருந்து வலமாகவே பாய்கிறது. படம் 7-ல் 1 உடன் 4 ஐயும் இரண்டுடன் மூன்றையும் வரி வடிவங்களில் சேர்த்துக் கொள்ளலாம், பாலச்சுற்று அமைப்பில் ஒவ்வொரு பாதையிலும் இரண்டு குழல்கள் உள்ளன. இதனால் நஷ்டம் ஏற்படுகிறது.

இரண்டு குழல்களின் அழுத்த வேறுபாட்டை நாம் சுமையில் இழக்கிறோம். ஆனால் துணைச்சுருளில், நடுமுனைத் துணைச்சுருள் அமைப்பில் துணைச்சுருளில் வேண்டிய அழுத்த வேறுபாட்டில் பாதியே தேவைப்படுகிறது. துணைச் சுருளுக்கும் சுமைக்கும் பொதுவான கடைமுனையில்லை.

சுமையின் மின்னோட்டத்தைக் கவனித்தால் அது பூச்சியத்திலிருந்து உச்ச மதிப்பிற்குப் போய், மறுபடியும் பூச்சியத்திற்கு வந்து விடுகிறது. இந்தச் சலசலப்பைக் குறைக்க இரண்டு முறைகளைக் கையாளலாம். ஒன்று, சுமையில் மாறுமின் வடிப்பான்கள் அமைப்பது; இரண்டாவது, பல கட்ட மாறுமின்சாரம் உபயோகப்படுத்துவது. பல கட்ட மாறுமின்சாரம் என்பது பின்வருமாறு: ஒரு மாறுமின்சாரத்தின் அலை நேரத்தை 360 டிகிரி என்று எடுத்துக் கொள்வோம். p கட்ட மாறுமின்சாரமாயின் ஒரு கட்டத்தின் மாறு மின்சாரத்திற்கும், அதற்கடுத்த கட்ட மாறு மின்சாரத்திற்கும் $\frac{360}{p}$ டிகிரி கோண வித்தியாசமிருக்கும். உதாரணமாக 3 கட்ட மாறுமின்சாரத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். படம் 5—8-ல் காட்டியபடி அவை ஒன்றுக்கொன்று 120° கோண வித்தியாசத்துடன் காணப்படுகின்றன.

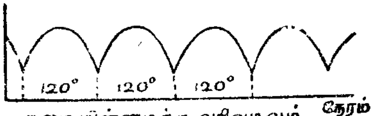


படம் 5—8.

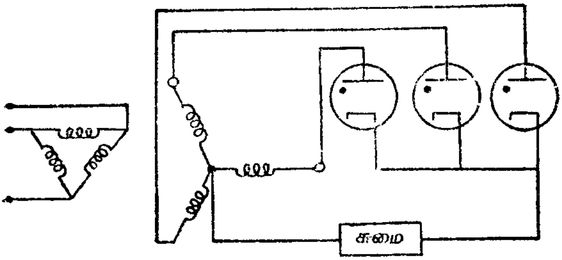
மூன்று கட்ட மாறுமின்சாரத்தின் அலைவடிவம்

மூன்று கட்ட அரைஅலைத் திருத்தி எப்படி வேலை செய்கிறது என்று பார்க்கலாம். இரு முனையத்தின் நேர் மின்முனை, எதிர் மின் முனையை விட அதிக நேர் மின்னழுத்தமுடையதாக இருந்தால் தான் மின்னோட்டம் உண்டாகும் எனக் கூறினோம். மூன்று கட்டங்களும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக $\frac{1}{3}$ அலைநேரம் சுமையில் மின்னோட்டம் ஏற்படுத்துகின்றன. ஆக, சுமையில் மின்னழுத்தம், உச்சமதிப்பு, அதன் பாதி மதிப்பு ஆகிய இரண்டிற்குமிடையே ஊசலாடுகிறது. இதனால் நேர்மின்சாரமும் அதிகமாகிறது; சலசலப்பும் குறைகிறது. 6, 9, 12 என்று கட்டங்களை அதிகப்படுத்திக் கொண்டு போகலாம். ஆனால் மின் மாற்றியின்

வினைத்திறனையும் கவனிக்க வேண்டும். படம் 6-ல் சுருள்கள் **A**-ம் **B**-ம் பாதி அலைநேரமே உபயோகப்படுகின்றன. பாதி அலை



சுமை மின்னழுத்த வரிவடிவம்



படம் 5—9.
மூன்றுகட்ட அரை அலைத்திருத்தி

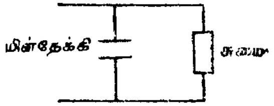
நேரம் மின்னோட்டம் அச் சுருள்களில் இல்லை. 3 கட்ட அரை அலை அமைப்பில் ஒவ்வொரு துணைச்சுருளும் $\frac{1}{3}$ அலைநேரமே உபயோகப்படுகிறது. *p* கட்ட அரை அமைப்பில் ஒவ்வொரு துணைச் சுருளும் $\frac{1}{p}$ அலை நேரமே உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. ஆகையால் மின்மாற்றியின் வினைத்திறன் குறைகிறது. ஆக, நேர் மின்சாரத்தின் மதிப்பு, சலசலப்பு, மின்மாற்றியின் வினைத்திறன் ஆகியவைகளுக்குள் ஓர் உடன்பாட்டிற்கு வரவேண்டியிருக்கிறது. ஆகவே, சாதாரணமாக, அதிகத் திறன் மின்சாரத்திற்கு 3 கட்டச் சீர்படுத்தியையே உபயோகிக்கிறோம்.

குறைந்த மின்னோட்டம் அல்லது சக்தி வேக அமைப்பிற்கு 3 கட்ட மின்மாற்றியை உபயோகிப்பதில்லை. அதற்குப் பதில் ஒரு கட்ட முழு அலைச் சீர்படுத்தியை உபயோகப்படுத்திச் சுமையுடன் மாறுமின் வடிகட்டும் உறுப்புகளை உபயோகப்படுத்துகிறோம். மாறுமின்சார வடிப்பான்கள் கொண்மியும் சுருளும். கொண்மியின் மின்னழுத்தம் மாறினால் அதிக மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. அதாவது கொண்மி, அதன் முனைகளில் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை எதிர்க்கிறது. மின்சுருளில் செல்லும் மின்னோட்டம் மாறினால் அதன் கடை முனைகளுக்

கிடையே மின்னழுத்த வேற்றுமை உண்டாகிறது. அதாவது மின்சுருள் அதன் மின்னோட்ட மாறுதலை எதிர்க்கிறது. ஆக, சுமைக்கு இணையாகக் கொண்மியைப் பொறுத்தினால் அது உ.மை மின் அழுத்த வேறுபாட்டை எதிர்த்து நேர்மின்சாரமாக்கப் பாடுபடும்.

(a) அரை அலைத் திருத்தி

half wave rectifier



(b) முழு அலைத் திருத்தி

Full wave rectifier

படம் 5—10.

கொண்மி வடிகட்டும் முறை

இணை கோடிடபபட்ட பகுதிகள் கொண்மியின் மின்னிறககததால நிரப்பப்படுகின்றன.

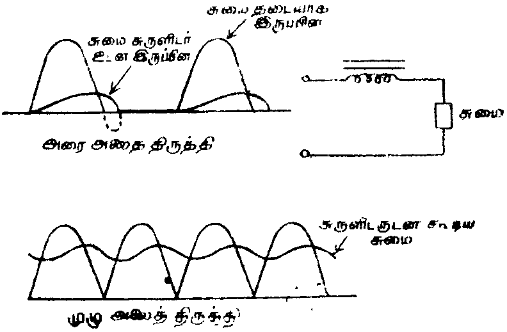
குறுக்குக் கோடிடப்பட்டவை குழலின மினனோட்டம்

இணை மின்தேக்கியால் கோடிட்ட பாகங்கள் நிரப்பப்படுகின்றன.

இதில் கொண்மியின் வேலை அணைக்கட்டைப் போன்றது. அது துணைச் சுருளிலிருந்து குழல் வழி மின்னேற்றமடைந்து சுமையை ஒரு சீராக மின்னோட்டமடையச் செய்கிறது இதனால் நேர்மின்சாரத்தின் மதிப்பு அதிகரிக்கிறது; சலசலப்பும் குறைகிறது. ஆனால் குழல்கள் ஒரு குறுகிய நேரத்தில் கொண்மி இழந்த மின்னேற்றத்தை ஈடு கட்ட வேண்டும். ஆக, குழல்களின் மின்னோட்டம் அதிகமாகிறது. அது மிகக் குறைத்த நேரத்திற்கே பாய்வதால் துணைச் சுருள்களின் வினைத்திறன் குறைகின்றது. ஆக, கொண்மி இணைப்பு மின் வடிப்பான் முறை சுமையின் அதிக மின்னழுத்தத்துடன் குறைந்த மின்னோட்டம் வேண்டிய இடங்களிலே உபயோகப்படுகிறது. மேலும், சுமை மாறுபடாத ஒரே மதிப்புள்ளதாக இருத்தல் நலம். ஏனென்றால் மின்னோட்டம் அதிகமாக நேர்மின்சார மதிப்பு குறைகிறது; சலசலப்பு அதிகமாகிறது.

தொடர் சுருளின் உபயோகத்தை ஆராய்வோம். இங்கு, சுமைக்குத் தொடராகச் சுருள் இருப்பதால், கங்கையைச் சிவன்

தாங்கியதுபோல் சலசலப்பை இது தாங்கிக் கொள்கிறது. நேர் மின்சாரம் மட்டும் சுமையில் பாய்கிறது. ஆனால் இது சரிவர நடக்க மாறுமின்னோட்டத்தின் வீச்சின் மதிப்பு, நேர் மின்னோட்டத்தின் மதிப்பை விடக் குறைவாக இருக்கவேண்டும். இதை விளக்கவேண்டும். ஒரு கட்ட அரை அலைத் திருத்தியை எடுத்துக்கொள்வோம்.

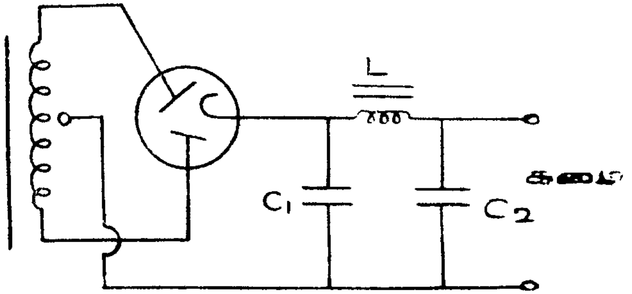


படம் 5—11.

தூண்டம் வடிகட்டும் முறை

நாம் நேர்மின் முனையில் எதிர்மின்முனையை விட அதிக நேர் மின்னழுத்த வேற்றுமையிருந்தால்தான் இருமுனையத்தில் மின்னோட்டமுண்டாகும் என்று கூறினோம். இது பொதுவான சட்டம். ஆனால் சில இக்கட்டான நிலைகளில் விதிவிலக்கு உண்டு. சுருளுள்ள சுற்றுகளில் திடீரென மின்னோட்டமேற்படுத்த முடியாது; திடீரென்று மின்னோட்டத்தை நிறுத்தவும் முடியாது. இந்தச் சட்டத்திற்கு விதிவிலக்கு இல்லை. ஆகவே மற்றவை இத்தச் சட்டத்திற்கு முரணாக வந்தால் அவை சட்ட மீறல் செய்யவேண்டும். ஒரு கட்ட அரை அலைச் சீர்ப்படுத்தியில் மின்னோட்டம் பூச்சியத்திலிருந்து கிடுகிடுவென்று உயரப் பார்க்கிறது. அதைச் சுருள் எதிர்ப்பதால் மின்னோட்டம் நிதானமாகவே உயருகிறது. மின்னோட்டம் மின் அழுத்தத்திற்குப் பின்தங்கி வருகிறது. ஆக, மின்னழுத்தம் உச்ச வீச்சையடைந்து குறைய ஆரம்பித்த பின்னர்தான் மின்னோட்டம் அதிக வீச்சை அடைகிறது. மின்னழுத்தம் பூச்சியம் ஆகும் பொழுதும் மின்னோட்டம் இருக்கிறது. சுருள் திடீரென மின்னோட்டத்தைக் குறையவிடாது. ஆகவே, குழலில் எதிர்மின்னழுத்தம் இருப்பினும் மின்னோட்டம் இருக்கிறது. மின்னோட்டம் பூச்சியமானதும் குழல் வழி மின்னோட்டம் நிற்கிறது. சுமையிலும் மின்னோட்டம்

பூச்சியம். இதனுல் உண்டாகும் இலாப நஷ்டங்களைக் கவனிக்கலாம். ஒன்று, மின்னேட்டத்தின் அதிக வீச்சின் மதிப்பு குறைகிறது. இது குழலுக்கு இலாபம். இரண்டாவது சுமையின் நேர் மின்சாரத்தின் மதிப்பு அதன் முனைகளில் வரும் சலசலக்கும் மின்னழுத்தத்தின் சராசரி மதிப்பு ஆகும். நேர் அலைப் பாகம் மட்டும் இருக்கையில் வரும் சராசரி மதிப்பு சிறிது எதிர் அலைப் பாகமும் சேர்ந்து வரின் வரும் மதிப்பை விட அதிகம் ஆகும். ஆக, மின்னேட்டம் எதிர் அலைப்பாகத்தில் அதிகமாக ஓட ஓட, சுமையின் நேர்மின்சாரம் குறைந்துகொண்டே போகும். இது ஒரு கட்ட அரை அலைத் திருத்தியில் சுமையில் சுருளின் மறுப்பு கலந்திருந்தால் வரும் தீமை ஆகும். அதுவே ஒரு கட்ட முழு அலைத் திருத்தியாயின் இரண்டாவது தீமை விலகிப்போகும். ஏனென்ருல் முதல் குழலின் மின்னழுத்தம் பூச்சியமாகும்பொழுது வேண்டிய மின்னேட்டத்தை இரண்டாவது இருமுனையம் அளிக்கும். அது நேர் அலைப்பாகத்தில் இருப்பதால் சுமையின் நேர்மின்சாரம் குறைவதில்லை. ஆனுல் இரண்டு இருமுனைக்குழல்களும் கொடுக்கவேண்டிய மின்னேட்டத்தின் அதிக வீச்சு குறைகிறது. இணைக் கொண்மி சுமையின் நேர்மின்னழுத்த வேற்றுமையை மாறுமின்சாரத்தின் அதிக வீச்சின் அருகில் கொண்டுபோகிறது.



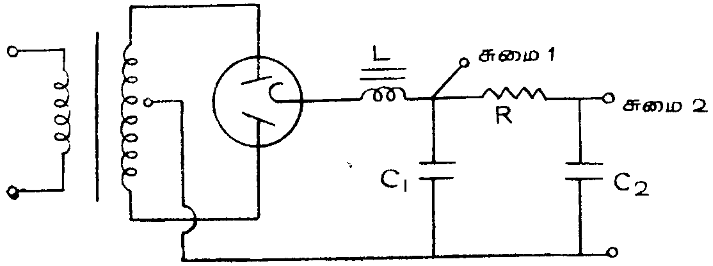
படம் 5—12.

குழல் வானெலிப்பெட்டியின் மின் கிரப்பி

ஆனுல் தொடர் சுருளோ சுமையின் மின்னழுத்த வேற்றுமையை மாறு மின்சாரத்தின் அதிக வீச்சின் 60 சதவீதத்திலேயே வைக்கிறது. ஆனுல் குழலில் வரும் மின்னேட்டம் கிட்டத்தட்ட சுமையின் நேர்மின்னேட்டத்தின் மதிப்பில் உள்ளது. ஆனுல் துணைக் கொண்மியில் குழலில் மின்னேட்டத்தின் அதிக வீச்சின் மதிப்பு நேர்மின்னேட்டத்திற்கு 10-லிருந்து 40-மடங்கு வரை இருக்கும். தொடர் சுருளிருக்கையில் சுமை மின்னேட்ட மாறுதல் சுமையின் நேர்மின்னழுத்தத்திற்கு அதிக மாறுதல் ஏற்படுத்துவதில்லை.

ஆகவே, எங்கு, சுமையில் அதிகமாக மின்னோட்டம் வேண்டி யிருந்து அம்மின்னோட்டமும் மாறுதலடைவதாக இருக்குமோ அங்கு 1 கட்ட முழு அலைத் திருத்தியையோ அல்லது 3 கட்ட அரை அலைத் திருத்தியையோ தொடர் சுருளுடன் உபயோகப் படுத்த வேண்டும்.

குழல் வானொலிப் பெட்டியின் நேர் மின் நிரப்பி: இது துணைக் கொண்மி கொண்டது. இரண்டாவது சுருளும் கொண்மியும் சல சலப்பைக் குறைப்பதற்காக உள்ளன. இங்கு மின்னோட்டம் குறைவாகவும், [100 மில்லி ஆம்பியருக்கும் குறைவு] நிலையான மதிப்புடையதாகவும் உள்ளது. ஆகவே துணைக் கொண்மி மின் வடிப்பான் முறை உபயோகிக்கப்படுகிறது.



படம் 5—13.

100 வாட் ஒலிப்பெருக்கின் மின் நிரப்பி

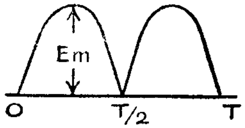
இது 100 வாட் திறனுள்ள ஒலிப்பெருக்கியின் நேர்மின் நிரப்பி. இங்கு ஒலிப்பெருக்கியின் ஒலிக்கேற்றவாறு சுமையின் மின்னோட்டம் மாறுதலடையும். ஆகவே, தொடர் சுருள் மின் வடிப்பான் முறை உபயோகப்படுகிறது. கொண்மிகள் சல சலப்பைக் குறைக்க உபயோகப்படுகின்றன.

பிரச்சினைகள்

1. ஒரு முழு அலைச் சீர்படுத்தி 350 *V*-ல், 100 *mA* மின்னோட்டம் கொடுக்க வேண்டும். சுமையில் சலசலப்பு 10 *V*-க்கும் குறைவாக இருக்க வேண்டும். தொடர் சுருள் மின் வடிப்பான் முறை உபயோகிக்கவும்,

$$\text{சுமையின் தடை} = \frac{350}{\cdot 1} = 3500\ \Omega.$$

முழு அலைச் சீர்படுத்தியில் தொடர் சுருள் மின் வடிப்பான் முறை சிறப்பாக இயங்க, தடையில் மின்னோட்டம் தடைபடாமல் இயங்க வேண்டும். அப்பொழுது முழு அலைச் சீர்படுத்தியின் மின்னழுத்த அலைப்படத்தை ஃபோரியர் (Fourier) முறைப்படி ஆராயலாம். இது,



$$= \frac{2\ E_m}{\pi} + \frac{4\ E_m}{3\pi} \cos 2\ \omega t + \ldots$$

$$+ \frac{4\ E_m}{n^2 - 1} \cos n\ \omega t,$$

இதில் n இரட்டைப்படை எண்.

நேர் மின்னோட்டம் $= \dfrac{2\ E_m}{\pi R_L}$

மாறு மின்னோட்டம் $= \dfrac{4\ E_m}{3\pi\ (2\omega L)}$

இவற்றின் விகிதம் $= \dfrac{4E_m}{3\pi \times 4\pi f L} \times \dfrac{\pi R_L}{2E_m} = \dfrac{R_L}{2\pi f L \times 3}$

$f = 50$ Hz ஆனல் $\dfrac{R_L}{960L}$. இது 1-க்கும் குறைவாக இருந்தால் தான் சுமையில் மின்னோட்டம் தடையின்றி இருக்கும்.

ஆகவே, $L > \dfrac{R_L}{960}$.

$> \dfrac{3500}{960} = 4{\cdot}00\ hy.$

படம் 5-13. கவனிக்கவும்.

முதல் சலசலப்பு உறுப்பிற்கும் நேர் மின்னழுத்தத்திற்கும் உள்ள விகிதம் $\frac{2}{3}$. ஆகவே முதல் சலசலப்பின் மதிப்பு $\frac{2}{3} \times 350 = 233{\cdot}3\ V$. அது L என்னும் சுருளுக்கும் C_1 என்ற கொண்மிக்கும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கொண்மியில் வரும் மின்னழுத்தம்

$$= \frac{233{\cdot}3 \times 1/\omega C}{\omega L - \dfrac{1}{\omega C}} = \frac{233{\cdot}3}{\omega^2 LC - 1}.$$

இந்த $233{\cdot}3\ V$ மின்னழுத்தம் $14{\cdot}142\ (10 \times \sqrt{2})$ ஆகக் குறைக்கப்பட வேண்டும். அதாவது $\omega^2 LC - 1 = \dfrac{233{\cdot}3}{14{\cdot}142}$

$\omega^2 LC = 16{\cdot}5 + 1.\ \therefore C = \dfrac{17{\cdot}5}{4\pi^2 \cdot 100 \times 100 \times 4{\cdot}00} = 11\mu F$

$LC > 44.$

ஆகவே 5 *hy* சுருளையும் 10 μF கொண்மியையும் உபயோகிக்கலாம்.

5 *hy* சுருளின் தடை 100 Ω இருக்கும். ஆகவே இரு முனையம் உமிழ்வானில் 360 *V* வரவேண்டும். 5*Y*3-*GT* என்னும் வெற்றிடக் குழல் 500 *V*. *RMS*-க்கு 125 *mA* மின்னோட்டமளிக்கும். கடத்தாப் பகுதியில் அதிக எதிர்மின்னழுத்த வேற்றுமை 1400 *V*. இந்தக் குழலை உபயோகித்தால் 100 *mA* மின்னோட்டத்திற்கு 50 *V* மின்னழுத்தம் தேவைப்படுகிறது. இது 500 Ω தடைபோல் அமைகிறது. ஆகவே மின்மாற்றியின் மாறு மின்னழுத்தம்

$$V_m = \frac{\pi}{2}[350 + 0\cdot1 \times 600] = 643\ V.$$

அல்லது $\frac{643}{\sqrt{2}} \approx 450\ V\ RMS$ வேண்டும்.

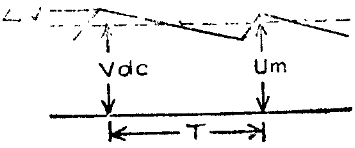
கடத்தாப் பகுதியின் அதிக மின்னழுத்த வேற்றுமை

$2 \times 643 = 1286\ V$. இது 1400 *V* ஐ விடக் குறைவு.

2. நேர் மின்னழுத்தம் 25 *V*-ல் 100 *mA* மின்னோட்டமுடைய நேர்மின் நிரப்பி தேவை. சலசலப்பு 0·01% இருக்க வேண்டும்.

$$\text{சுமை} = \frac{25}{\cdot1} = 250\ \Omega.$$

துணைக் கொண்மி முறையைக் கையாளலாம். (படம் 5—12) படம் 5-10-ல் முழு அலைச் சீர்படுத்தியில் கொண்மியால் வரும் சுமை மின்னழுத்தத்தின் வரிவடிவம் காணலாம்.



இவ் வரிவடிவம் நேர் கோட்டு வடிவங்களாகப் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. V_{dc} சராசரி மின்னழுத்தம். ΔV மாறு மின்னழுத்தத்தின் வீச்சு.

$$\therefore \quad V_m = V_{dc} + \Delta V.$$

$2\,\Delta V = \frac{I_{dc}.T}{C_1}$; இதில் $T = \frac{1}{2f}$, முழு அலையாதலால்.

$$\therefore \quad \Delta V = \frac{I_{dc}}{4fC_1}$$

$$V_m = V_{dc} + \frac{V_{dc}}{4fR_L \cdot C_1}$$

$$\therefore \quad V_{dc} = \frac{V_m}{1 + \frac{1}{4fR_LC_1}}$$

$$\text{சலசலப்பு எண்} = \frac{\text{மாறு மின்னழுத்தம்}}{\text{நேர் மின்னழுத்தம்}}$$

$$= \frac{\sqrt{2}\,\triangle V/\pi}{V_{dc}}$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{\pi\, 4f\, C_1\, R_L} = \frac{\sqrt{2}}{4\,\pi\, f\, C_1\, R_L}$$

இச் சலசலப்பை மேலும் LC_2 கொண்டு குறைக்கலாம். பிரச்சினை 1-ல் இக் குறைப்பு $= \frac{1}{\omega^2 LC_2 - 1}$ எனக் காண்கிறோம்.

ஆகவே மொத்தச் சலசலப்பு எண்

$$= \frac{\sqrt{2}}{\pi .\, 4fC_1R_L} \times \frac{1}{\omega^2 LC_2}$$

$$= \frac{5700}{C_1C_2LR_L}$$

f = 50Hz இருக்கும் பொழுது ; இதில் C_1-ம் C_2-ம் μF-ல் உள்ளன.

$$\frac{\cdot 01}{100} = \frac{5700}{C_1C_2LR_L}$$

$$LC_1C_2 = \frac{5\cdot 7}{R_L} \times 10^7 = 22\cdot 8 \times 10^4$$

$C_1 = C_2$ என்று கொள்வோம். இப்பொழுது சுருளின் தூண்டத்தை நாம் தேர்ந்தெடுக்கலாம். 20*hy* சுருள் 375 Ω தடை கொண்டது.

$$\therefore \quad C^2 = \frac{22\cdot 8 \times 10^4}{20} = 1\cdot 14 \times 10^4.$$

$$C = \sqrt{1\cdot 14 \times 10^4} \qquad = 107\ \mu F$$

சுருளில் நேர்மின்னழுத்தம் 37·5 V

மொத்த நேர்மின்னழுத்தம் 62·5 V

$$V_m = V_{dc} + \frac{I_{dc}}{4fC_1} = 62\cdot 5 + \frac{0\cdot 1 \times 10^6}{4 \times 50 \times 107}$$

$$= 67\cdot 5\ V.$$

$$V_{rms} = \frac{67 \cdot 5}{\sqrt{2}} = \mathbf{48}\ V$$

உச்ச எதிர்மின்னழுத்த வேற்றுமை $= 2 \times 67 \cdot 5 = \mathbf{135}\ V$

3. ஒரு கட்ட முழு அலைச் சீர்படுத்தி π முறை மின் வடிகட்டல் முறையைப் பயன்படுத்துகிறது. உறுப்புகள் இரண்டு 4 μF கொண்மிகள். 20 hy சுருள். மின்மாற்றியின் மின்னழுத்தம் 300 V RMS. சுமை மின்னோட்டம் 50 mA. சுமையின் நேர்மின்னழுத்தத்தையும் சலசலப்பு மின்னழுத்தத்தையும் கணக்கிடுக. சுருளின் தடை 200 Ω.

300 V RMS = 425 V உச்ச மின்னழுத்தம்.

$$V_{dc} = V_m - \frac{I_{dc}}{4fC_1}$$

$$= 425 - \frac{\cdot 05 \times 10^6}{4 \times 50 \times 4}$$

$$= \mathbf{362 \cdot 5}\ V$$

சுருளில் நேர் மின்னழுத்தம் $= 200 \times \cdot 05 = 10\ V$

சுமையில் மின்னழுத்தம் $= \mathbf{352 \cdot 5}\ V$

சலசலப்பு எண் $= \dfrac{5700}{C_1 C_2 L R_L}$

சலசலப்பு அழுத்தம் $= \dfrac{5700\ I_{dc}}{C_1 C_2 L}$

$$= \frac{5700 \times \cdot 05}{4 \times 4 \times 20}$$

$$= \mathbf{0 \cdot 89}\ V\ RMS$$

4. ஒரு முழு அலைச் சீர்படுத்தி துணைச் சுருளில் 300 — 0 — 300 V RMS தருகிறது. கீழ்க்கண்டவற்றுள் சுமை மின்னோட்டமில்லாதபொழுது என்ன நேர்மின்னழுத்தம் வரும்? 100 mA மின்னோட்டத்தில் மின்னழுத்தமென்ன ? உச்ச எதிர் மின்னழுத்தமென்ன ?

(i) வடிகட்டியில்லை, (ii) 10 μF கொண்மி.

(iii) 20 hy சுருள் (iv) 20 hy சுருள் 10 μF கொண்மி

(i) வடிகட்டியில்லை : நேர் மின்னழுத்தம் $= \cdot 90 \times 300$ $= 270\ V$. இம் மின்னழுத்தம் எல்லா மின்னோட்டத்திற்கும் அமையும். ஏனென்றால் சுருளில் மின்னழுத்த வேற்றுமை இல்லை என்று கொள்கிறோம்.

(ii) $10\ \mu F$ கொண்மி : மின்னழுத்தம் $300 \times \sqrt{2}$ $= 424 \cdot 26\ V$, மின்னோட்டமில்லாதபொழுது.

$$100\ mA \text{ மின்னோட்டமிருந்தால் } = 424 \cdot 26 - \frac{\cdot 1 \times 10^6}{4 \times 50 \times 10}$$
$$= 374 \cdot 26\ V$$

(iii) $20\ hy$ சுருள் : சுருளில் தடையில்லை என்றால் பதில் (i)-ன் விடைகளையே உபயோகிக்கலாம்.

(iv) $20\ hy$ சுருள் $10\ \mu F$ கொண்மி : மின்னோட்டமில்லாத பொழுது. கொண்மி மின்னழுத்தத்தின் உச்ச மதிப்பை அடைகிறது. ஆக, சுமை மின்னழுத்தம் $300 \times \sqrt{2} = 424 \cdot 26\ V$. மின்னோட்டமிருக்கும்பொழுது சுமை மின்னழுத்தம் $= 270\ V$. எல்லாப் பொருத்தங்களிலும் உச்ச எதிர் மின்னழுத்தம் $848 \cdot 52\ V$.

5. ஒரு கட்ட அரை அலை மின்திருத்தி சுமையில் $70 A$ மின்னோட்டமுண்டாக்குகிறது. சுமை மின்னோட்டத்திலுள்ள அலைவுகளில் முதல், இரண்டாவது அலைவுகளின் வீச்சைக் கணக்கிடவும்.

$$\text{சுமை மின்னோட்டம்} = \frac{I_m}{\pi} + \frac{I_m}{2} \sin \omega t - \frac{2 I_m}{\pi} \sum_{k=2,4,6,} \frac{\cos k\omega t}{(k^2 - 1)}$$

இதில் I_m உச்ச வீச்சு. $\frac{I_m}{\pi}$ நேர் மின்வீச்சு.

$\frac{I_m}{2}$ முதல் அலைவின் உச்ச வீச்சு.

$\frac{2}{3\pi} I_m$ இரண்டாவது அலைவின் உச்ச வீச்சு.

$$\frac{I_m}{\pi} = 70\ A$$

$$\frac{I_m}{2} = \frac{70 \times \pi}{2} = 110\ A.$$

$$\frac{2}{3\pi} I_m = \frac{70 \times 2}{3} = 46 \cdot 7\ A.$$

6. ஒரு சுற்று வழியில் இணைக்கப்பட்ட ஒரு முனை மின்னழுத்தம் 15 V-லிருந்து 285 V-க்கு ஒழுங்கிசைவுடன் 50 Hz-ல் மாறுகிறது. சுற்று வழியில் ஒரு சுருளும் 20 Ω தடையும் உள்ளன. தடையில் சலசலப்பு 10% இருக்க, சுருளின் மதிப்பென்ன ?

சராசரி நேர்மின்னழுத்தம் $= \frac{15 + 185}{2} = 100\ V.$

மாறு மின்னழுத்தத்தின் உச்ச வீச்சு $= 185 - 100 = 85\ V$

தடையில் 10%, அதாவது $85 \times \frac{10}{100} = 8{\cdot}5\ V$ வரவேண்டும்.

ஆக, மின்னோட்டம் $\frac{8{\cdot}5}{20}\ A.$

$$\frac{85}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{8{\cdot}5}{20};\ R^2 + \omega^2 L^2 = 200 \times 200$$

$4\pi^2 \times 50^2.\ L^2 = 40000 - 400.$

$$L^2 = \frac{39600}{100 \times 100 \times \pi^2} = {\cdot}396.$$

$L = {\cdot}\mathbf{63}\ hy.$

7. முழு அலை மின்திருத்திச் சுற்றில், சுருளும், 250 Ω தடையும் உள்ளன. நேர் மின்னழுத்தம் 100 V. மாறு மின்னோட்டம் தடையில் 0·03 A இருக்கவேண்டும். சுருளின் தூண்டம் என்ன ?

முழு அலை மின் திருத்தியில் சுமையில் வரும் மின்னழுத்தத்தின் ஃபோரியர் விவரிப்பு

$$\frac{2E_m}{\pi} - \frac{4E_m}{\pi} \sum \frac{\cos k\omega t}{k^2 - 1}.$$

$$k = 2,4,6,$$

$\frac{2E_m}{\pi} = 100\ V;\ \frac{4E_m}{3\pi} = \frac{2}{3} \times 100 = 66{\cdot}67\ V$ உச்சம்

$= \mathbf{46{\cdot}67}\ V\ RMS.$

மின்னோட்டம் $\frac{46{\cdot}67}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = {\cdot}03$

$$R^2 + \omega^2 L^2 = \left(\frac{46{\cdot}67}{{\cdot}03}\right)^2 = (1556)^2.$$

$$\omega L = 1529.$$

$$L = \frac{1529}{2\pi \times 100} \approx 2{\cdot}45\ hy.$$

8. முழு அலை மின்திருத்தி 40—0—40 V மின்மாற்றியால் இயக்கப்படுகிறது. சுமை மின்னோட்டம் 0·1 A. இரண்டு 40 μF கொண்மிகள் உள்ளன. சுமை நீங்கிய மற்றச் சுற்றுவழித் தடை 50Ω. இரண்டு தொடர் சுருள் மின் வடிகட்டிகளை இணைத்தால் சல சலப்பு எண் 0·0001. சுருள்களின் தூண்டம் என்ன? சுமை மின்னழுத்தம் என்ன?

நேர் மின்னழுத்தம் $0{\cdot}9 \times 40 = 36\ V$.

மற்றத் தடைகளின் மின்னழுத்தம் $= 0{\cdot}1 \times 50 = 5\ V$.

சுமை மின்னழுத்தம் $= 36 - 5 = 31\ V$.

மொத்தச் சலசலப்பு $= {\cdot}0001$. ; சலசலப்பு மின்னழுத்தம் $= {\cdot}0031 V$

மின்திருத்தி எதிர்மின்முனையில் சலசலப்பு $= 36 \times \frac{\sqrt{2}}{3}$ $= 17V$.

குறைப்பு $= \frac{{\cdot}0031}{17}$

ஒரு கட்டக் குறைப்பு $= \sqrt{\frac{{\cdot}0031}{17}} = \frac{1}{\omega^2 LC - 1}$

இதில் $C = 40\ \mu F$. L ஐக் கணக்கிடலாம்; $\omega = 2\pi \times 100$.

குறிப்புப் புத்தகங்கள்.

1. T.S. Grey : 'Applied Electronics' — Asia.
2. Millman and Halkias : Electron Devices and Circuits.

6. மும்முனையங்களும் மின்மிகைப்பும்

உமிழ்வானுக்கும் சேமிப்பானுக்கும் இடையே ஒரு கம்பி வலை அமைத்தால் குழலின் குணங்கள் அதிக மாறுபாடடைகின்றன. முக்கியமாக, இப்பொழுது எதிர் மின்னேற்ற மேகத்தைச் சேமிப்பான் மட்டுமன்றி, கம்பி வலையும் மாற்றுகிறது. எதிர் மின்னேற்ற மேகம் மாறினால் மின்னோட்டமும் மாறுகிறது. கம்பி வலை உமிழ்வானுக்கு மிக அருகிலிருப்பதால் அதில் குறைந்த மின்னழுத்தம் எதிர்மின்னேற்ற மேகத்தை அதிகமாகப் பாதிக்கிறது. சேமிப்பானும் கம்பி வலையும் எதிர்மின்னேற்ற மேகத்தையும் அதன் மூலம் எதிர்மின் முனையின் மின்புலத்தையும் மாற்றுகின்றன. இவைகளின் தராதர ஆற்றல் இம் முனையத்தின் குணத்தைக் காட்டுகிறது. இந்தத் தராதர ஆற்றலை மின்னழுத்த விகிதமாகக் காட்டலாம். அதனை மிகைப்புத் தகவு என்று கூறலாம். இது, சேமிப்பான், கம்பி வலை ஆகியவைகள் உமிழ்வானின்மேல்பரப்பில் உண்டாக்கும்மின்புலத்தின்விகிதமாகும். நாம்மின்புலத்தைநேராக அளக்க முயற்சிப்பதில்லை. இவ்விரு மின் முனைகளின் மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறு உமிழ்வான் மேற்பரப்பின் மின்புலம் உண்டாகிறது. மின்புலத்திற்கு ஏற்றவாறு எதிர் மின்னிகள் வெளி வந்து எதிர்மின்னேற்ற மேகமாகத் திரண்டு உமிழ்வானின் மேற் பரப்பு மின்புலத்தைப் பூச்சியமாக்குகிறது. இது எதிர் மின்னேற்றத்தால் கட்டுண்ட மின்னோட்ட விதி. இந்த முறை மின்னோட்டமே மின் மிகைப்பிச் சாதனங்களுக்கு உபயோகப்படுகிறது ; நிலையான மின்னோட்ட பாகம் உபயோகப்படுவதில்லை. எதிர்மின்னேற்றத்தால் கட்டுண்ட மின்னோட்டத்தில் மின்னோட்டம் சேமிப்பான், கம்பி வலை ஆகியவைகளின் மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறு அமையும். அப்பொழுது ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னோட்டம் பல சேமிப்பான், கம்பி வலை மின்னழுத்தச் சேர்க்கையால் உண்டாகும். மின்னோட்டம் மின் புலத்தைப் பொறுத்தது என்று கூறினோம். V_a, V_g என்ற மின்னழுத்தங்கள் I_a என்ற மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குவதாகக் கொள்வோம். இப்பொழுது V_a ஐச்

சிறிது உயர்த்தினால் I_a-ம் உயர்கிறது. இவைகளை முறையே ΔV_a ; ΔI_a என்று கொள்வோம். மின்னோட்டத்தைப் பழைய மதிப்புக்குக் கொண்டுவர V_g ஐத் தாழ்த்த வேண்டும். கம்பி வலை மின்னழுத்தத்தை ΔV_g தாழ்த்தி, பழைய மின்னோட்டம் வந்ததாகக் கொள்வோம். இப்பொழுது வெற்றிட மும்முனையத்தின் மூன்று முக்கியச் சிறப்பியல்புகளை ஆராயலாம். அவை முறையே μ, g_m, r_p எனப்படும்.

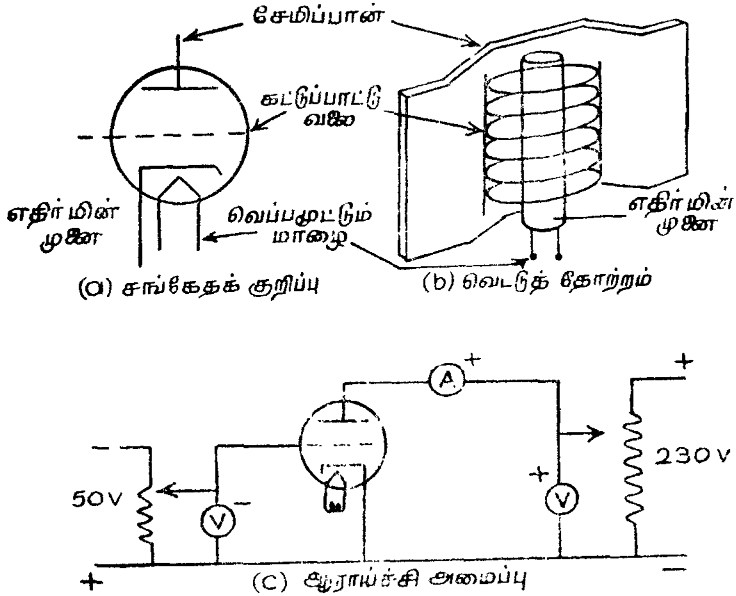
μ = பெருக்கு எண் $= -\dfrac{\Delta V_a}{\Delta V_g}$; மின்னோட்டம் நிலையானது ... (1)

r_p = மாறு நேர்மின்வாய்த் தடை $= \dfrac{\Delta V_a}{\Delta I_a}$; கம்பிவலை மின்னழுத்தம் நிலையானது. ... (2)

g_m = பரிமாற்றுக் கடத்துத் திறன் $= \dfrac{\Delta I_a}{\Delta V_g}$; சேமிப்பான் மின்னழுத்தம் நிலையானது. ... (3)

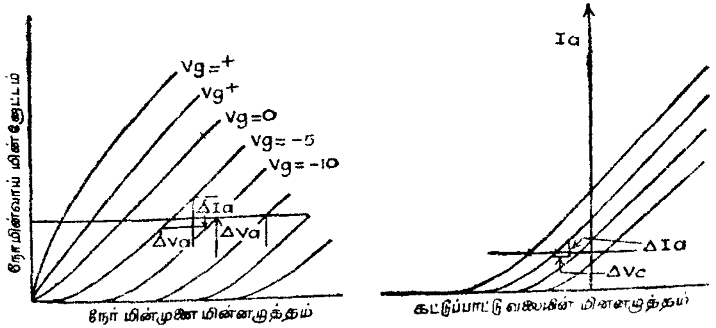
இதில் கம்பி வலை எதிர் மின்னழுத்தத்துடனே இருந்தால், எதிர் மின்னிகள் அதனை நெருங்கா. ஆக, எதிர்மின்னேற்ற மேகத்தினால் வரும் மின்னோட்டம் முழுவதும் சேமிப்பானுக்கே செல்லும். ஆக, கம்பி வலை மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறதே தவிர அதில் மின்னோட்டம் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் கம்பி வலை உமிழ்வானுக்கு மிக நெருங்கியிருப்பதால் சிறு மின்னழுத்த வேற்றுமை சேமிப்பானில் அதிக மின்னோட்ட வேற்றுமையை உண்டாக்குகிறது. ஆக, பரிமாற்றுக் கடத்துத்திறன் ஒரு மும்முனையத்தின் முக்கிய இயல்பு. இந்த மின்னோட்ட வேற்றுமை சேமிப்பானிலுள்ள தடையில் பாய்ந்து மின்னழுத்த வேற்றுமை ஏற்படுகிறது. தடை மின்னழுத்த வேற்றுமைக்கும் கம்பி வலை மின்னழுத்த வேற்றுமைக்கும் உள்ள விகிதத்தை மின்னழுத்த மிகைப்பு எண் என்றோ அல்லது மின்னழுத்த இலாபம் என்றோ கொள்ளலாம். ஆனால் சில முக்கிய நிபந்தனைகளை நாம் உணரவேண்டும். சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் எப்பொழுதும் உமிழ்வானைவிட நேர்மின்னழுத்தமாக இருக்கவேண்டும். இரண்டாவது, சேமிப்பான், கம்பி வலை ஆகியவைகளின் நேர்மின் சார அழுத்தம் சேமிப்பானில் ஒரு நிலையான நேர்மின்னோட்டம் இருக்கச் செய்யவேண்டும். இந்த நிலையில் மாறுதல்கள் செய்யின் மாறுதல்கள் விளையும். கம்பி வலை எப்பொழுதும் உமிழ்

வானுக்கு எதிர் மின்சார அழுத்தத்திலேயே இருக்க வேண்டும். அப்பொழுது கம்பி வலையில் மின்னோட்டமுண்டாகாது.



படம் 6—1.

மும்முனையம்



படம் 6—2.

மும்முனையம்—வரிவடிவங்கள்

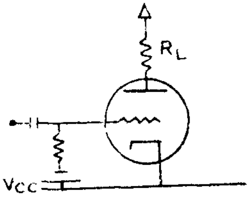
$g_m = \frac{\triangle I_a}{\triangle V_c}$; படத்தில் பார்க்கவும்

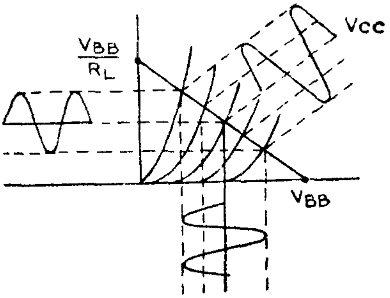
$r_p = \frac{\triangle V_a}{\triangle I_a}$; படத்தில் பார்க்கவும்.

மும்முனையத்தின் சிறப்பியல்புகளைப் பார்த்தால் அவை ஒன்றுக்கொன்று சம்பந்தப்பட்டவையாக இருக்கும்.

$\mu = g_m \cdot r_p$ என்று கண்டு கொள்ளலாம்.

மும்முனையத்தின் வரிவடிவங்களைப் பார்த்தால் அவை இரு முனையத்தின் வரிவடிவங்களைப் போலவே இருக்கின்றன. ஏனென்றால் மொத்த மின்னோட்டம் உமிழ்வானருகிலுள்ள எதிர் மின்னேற்ற மேகத்தைப் பொறுத்தது. மும்முனையத்தில் இந்த எதிர் மின்னேற்றத்தின் அடர்த்தியை நேர்மின் முனை, கம்பி வலை ஆகியவைகளின் கூட்டு மின்னழுத்தம் கட்டுப்படுத்துகின்றது. இந்தக் கூட்டு மின்னழுத்தத்தைக் கம்பி வலையின் சமப் பரப்பிலோ நேர் மின்முனையின் சமப் பரப்பிலோ உள்ள சமன் பாட்டு மின்னழுத்தத்தால் குறிக்கலாம். இதற்கு மின்பெருக்கு எண் உதவுகிறது. நேர்மின் முனையிலுள்ள V_a என்ற மின்னழுத் தத்திற்குக் கம்பி வலையில் உள்ள இணையான மின்னழுத்தம் $V_c = \frac{V_a}{\mu}$. இதேபோல் கம்பி வலையில் உள்ள V_c என்ற மின்னழுத் தத்திற்குக் இணையான நேர்மின் முனையழுத்தம் $V_a = \mu V_c$.





படம் 6—3.

மின்மிகைப்பித் தத்துவம்

ஆகவே, மின்னோட்டத்தை $K_1 (V_a + \mu V_c)^n$ அல்லது $K_2\left(\frac{V_a}{\mu} + V_c\right)^n$ என்று கொள்ளலாம். ஆகவே V_aவோ, V_cயோ

மாறுதலடையும் பொழுது வரிவடிவம் $\frac{V_a}{\mu}$ அல்லது μV_c அளவு வரிவடிவத்தில் அழுத்தவாக்கில் மாற்றப்படுகிறது. மற்றப்படி வரிவடிவங்கள் ஒன்றுக்கொன்று இணைகோடுகளாகவே தென்படுகின்றன. மும்முனையம் மின்மிகைப்பியாக எப்படிப் பயன்படுகிறது என்பது படம் 3-ல் விவரிக்கப்படுகிறது. முதலில் சேமிப்பானை ஒரு மின் தடை மூலம் மின்கலத்தின் நேர் மின்கடைக்கு முடுக்க வேண்டும். மின்கலத்தின் எதிர் மின்கடை உமிழ்வானுடன் இணைக்கப்படும். கம்பி வலை ஒரு மின்தடை மூலம் மற்றொரு மின்கலத்தின் எதிர் மின் தடைக்கு இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதன் நேர் மின்கடை உமிழ்வானுக்கு இணைக்கப்படும். மாறு மின்சார சக்தியைக் கம்பி வலைக்குக் கொடுக்கிறோம்.

முதலில் V_{cc}, V_{BB} ஆகிய மின்கல நேர்மின் அழுத்தத்தால் சேமிப்பானில் I_0 என்ற நேர்மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. இதனால் சேமிப்பான் மின்தடையில் $I_0 R_L$ என்ற மின்னழுத்த வேற்றுமை உண்டாகிறது. ஆகையால் சேமிப்பானின் மின் அழுத்தம் $V_{B3} - I_0 R_L$ ஆகிறது. இதை V_0 எனக் கொள்வோம். இந்த V_o-ம், V_{cc}-ம் சேர்ந்து I_o என்ற மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குகின்றன. இதைக் கண்டுபிடிக்க மும்முனையத்தின் சேமிப்பான் வரிவடிவத்தில் அழுத்த திசையில் V_{BB} ஐயும் மின்னோட்டத் திசையில் $\frac{V_{BB}}{R_L}$ என்ற புள்ளியையும் இணைத்து ஒரு நேர்கோடு வரைய வேண்டும். இந்த நேர்கோடு V_{cc} என்ற கம்பி வலை மின்னழுத்தத்திற்கான சேமிப்பான் மின்னழுத்தம், மின்னோட்ட வரிவடிவத்தை வெட்டும் புள்ளியே ஆகும். V_o, I_o என்ற செய்கைகள் மின்னழுத்த ஓட்ட மதிப்புகள். இப்பொழுது கட்டுப்பாட்டு வலையில் மாறு மின்சாரம் செலுத்தினால் சேமிப்பானின் I_o என்ற நேர்மின்னோட்டத்தைச் சார்ந்து மாறு மின்னோட்டம் உண்டாகும். இம் மாறு மின்னோட்டம் மின்தடையில் செல்கையில் மாறு மின்னழுத்தம் ஏற்படும். இம் மாறு மின்னழுத்தம் கட்டுப்பாட்டு கம்பி வலையில் செலுத்தப்பட்ட மாறு மின்னழுத்தத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும். மேலும், இச் சுமைத் தடையில் மாறு மின்திறன் உண்டாகிறது. கட்டுப்பாட்டு வலையின் மின்னழுத்தம் என் நொடியிலும் உமிழ்வானை விட நேர் மின்னழுத்தமாகாமலிருந்தால் அதில் நேர்மின்னோட்டம் ஏற்படப் போவதில்லை. ஆகையால் வலை மின்சுற்று வழியில் மின்திறன் மிகக் குறைவு - பூச்சியமென்றே கொள்ளலாம். மும்முனையத்தின் சேமிப்பானின் மின்னோட்டச் சமன்பாட்டைக் கவனிப்போம்.

$$i_p = g_m e_g + \frac{e_p}{r_p}. \qquad \ldots (4)$$

இதில் e_p மின்தடையில் மின்னோட்டத்தால் உண்டாவது. மின்னோட்டம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் குறைகிறது. ஆகவே $e_p = i_p R_L$. ... (5)

$$\text{ஆகவே } i_p = g_m e_g - \frac{e_p R_L}{r_p}. \qquad \ldots (6)$$

$$\text{அல்லது } i_p = \frac{g_m e_g}{1 + R_L/r_p} = \frac{g_m e_g . r_p}{r_p + R_L}$$

$$= \frac{\mu e_g}{r_p + R_L} \qquad \ldots (7)$$

$$e_p = - i_p R_L = - \frac{\mu R_L}{r_p + \mu R_L} . e_g.$$

$$\text{ஆகவே, மின்னழுத்த இலாபம் } A = \frac{e}{e_g} = - \frac{\mu R_L}{r_p + R_L} \qquad \ldots (8)$$

இதிலிருந்து சில உண்மைகளைக் காணலாம். பெருக்கு எண் அதிகமாக, மின்னழுத்த இலாபம் அதிகமாகிறது. சேமிப்பான் சுற்றிலுள்ள தடை அதிகமாக, மின்னழுத்த இலாபம் அதிகமாகிறது. இரண்டாவது முறையில் ஓர் அசௌகரியமுண்டு. அது என்னவென்றால் R_L அதிகரிக்க I_a குறைகிறது. I_a குறைய r_p அதிகமாகும். மும்முனையத்தின் மின்னோட்டம்

$I_a = k (V_a + \mu V_g)^n$ என்று கூறினோம்.

$$g_m = \frac{\partial I_a}{\partial v_g} = kn (V_a + \mu V_g)^{n-1} \times \mu$$

$$= kn \left(\frac{I_a}{k}\right)^{\frac{n-1}{n}} \times \mu.$$

$$r_p = \frac{\partial V_a}{\partial I_a} = \frac{1}{kn \left(\frac{I_a}{k}\right)^{\frac{n-1}{n}}}$$

$$n = 3/2 \text{ ஆனால், } r_p \propto \frac{1}{I_a^{\frac{1}{3}}}$$

$$g_m \propto I_a^{\frac{1}{3}}$$

ஆகவே, மின்தடையின் அதிகரிப்பால் உண்டாகும் இலாபத்தை r_p-ன் அதிகரிப்பு குறைக்கும். ஆகவே உச்ச இலாபம் $\frac{3}{4}\mu$ வரை தான் அடைய முடியும். மின்தடைக்குப் பதிலாகக் கம்பிச் சுருளையோ அல்லது மின் மாற்றியையோ உபயோகித்தால், அது I_o ஐ மாற்றப்போவதில்லை. ஆகவே குறைந்த r_p மதிப்புடன் மும்முனையம் வேலை செய்யும். அப்பொழுது இலாபம் μ அடைய முடியும்.

உதாரணம் 1.

				E_b=250 V		E_b=180 V	
	μ	r_p ohms	g_m umhos	E_c volts	I_b mA	E_c volts	I_b mA
ட்ரையோடு 1	3·5	—	2125	— 50		— 31·5	31.
,, 2	35	11300	—	—5 0	6·0	— 6·4	—
,, 3	—	9500	1450	—13·5	5·0	—	3·3
,, 4			1600	— 22	12·6	— 16·5	4·6

மும்முனையம் 1. $r_p \cdot g_m = \mu$; $\therefore r_p = \frac{\mu}{g_m} = \frac{3\cdot5}{2125} \times 10^6$ $=1750\ \Omega$. E_b, 180-லிருந்து 250-க்கு மாறும்பொழுது மாற்றம் 70 V. இணையான கிரிடு மாற்றம் $\frac{70}{3\cdot5} = 20$. ஆக, 31 mA மின்னோட்டம் வர 250 சேமிப்பான் அழுத்தத்திற்குக் கம்பிவலை மின்னழுத்தம்

$$-31\cdot5-20=-51\cdot5\ V$$

V_g. — 50 ஆனல் மின் அழுத்த மாற்றம் 21·5 V.

மின்னோட்ட மாற்றம் $= 1\cdot5 \times 2\cdot125 = 3\cdot18\ mA$.

ஆக, $I_b = 31 + 3\cdot18 = 34\cdot18\ mA$.

குழல் 2 : $g_m = \frac{\mu}{r_p} = \frac{35}{11300} = 3110\ \mu V$. 250-லிருந்து 180-க்கு மின்னழுத்த மாறுதல் 70 வோல்ட்டுகள். ஆகையால் கம்பிவலை மின் அழுத்த மாறுதல் $\frac{70}{25}=2$ வோல்ட்டுகள். ஆகவே $E_b=180V$, 6mA மின்

ளேட்டமுண்டாக, கம்பி வலையின் மின்னழுத்தம் $-5+2=-3V$; கம்பி வலையின் மின்னழுத்தம் $-6\cdot5V$ ஆனால் அழுத்த வேற்றுமை $-3\cdot5\,V$; இதனால் உண்டாகும் மின்னோட்ட வேற்றுமை $-3\cdot5\times3\cdot110=-10\cdot885\,mA$. ஆக, சேமிப்பான் மின்னோட்டம் $6-10\cdot885=-4\cdot885\,mA$. மின்னோட்டம் மாற்று திசையில் உண்டாகாது. ஆகவே மின்னோட்டம் பூச்சியமென்றே கொள்ள வேண்டும்.

உதாரணம் 2 : மும்முனையத்தின் மின்னோட்டம் $I_a=a(V_a+\mu V_g)^{\frac{3}{2}}\,mA$. இதில் V_a, V_g வோல்டில் கொடுக்கப்பட வேண்டும். $\mu=20$. I_a, $2\,mA$ இருக்கையில் $V_a=50$ வோல்ட் $V_g=-1$ வோல்ட். r_p-ன் மதிப்பென்ன ?

$$2=a[50-20]^{\frac{3}{2}}\;;\;a=\frac{2}{30^{\frac{3}{2}}}$$

$$r_p=\frac{1}{\frac{3}{2}a\left(\frac{I_a}{a}\right)^{\frac{1}{3}}}=\frac{1}{\frac{3}{2}a^{\frac{2}{3}}I_a^{\frac{1}{3}}}$$

$$=\frac{1}{\frac{3}{2}\left(\frac{2}{30^{\frac{3}{2}}}\right)}\times2^{\frac{1}{3}}=\frac{2\times30}{3\times2}=10\,\frac{V}{mA}$$

$$=10\text{ கிலோ வோம்.}$$

உதாரணம் 3. ஒரு மும்முனையத்தின் சிறப்பு வளைகோடு $I_a=a(V_a+\mu V_g)^{\frac{3}{2}}\,mA$ ஆகும்.

I_a mA	2	7
V_a வோல்ட்	50	150
V_g வோல்ட்	-1	-4

அதன் பரிமாற்றுக் கடத்துத்திறனை $4\,mA$ சேமிப்பான் மின்னோட்டத்தில் கணக்கிடுக.

$$2=a(50-\mu)^{\frac{3}{2}}$$

$$7=a(150-4\mu)^{\frac{3}{2}}$$

$$\left(\frac{7}{2}\right)^{\frac{2}{3}}=\frac{150-4\mu}{50-\mu}=2\cdot305$$

$$\mu = \frac{34{\cdot}75}{1{\cdot}695} = \mathbf{20{\cdot}49}$$

$$\therefore \quad a = \frac{2}{(50 - 20{\cdot}49)^{\frac{3}{2}}} = 0{\cdot}01247$$

$$g_m = a^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{3}{2} \cdot I_a^{\frac{1}{3}} \cdot \mu$$

$$= \frac{2^{\frac{2}{3}}}{295\ 1} = \frac{3}{2} \cdot 4^{\frac{1}{3}} \times 20\ 49.$$

$$= \mathbf{2{\cdot}64}\ mA/V$$

உதாரணம் 4 : மும்முனையத்தின் பரிமாற்றுக் கடத்துத் திறன் 2·0 mA/V ; மாறுமின் சேமிப்பான் தடை 13000 Ω. கீழ்க் கண்ட தடைகளுக்கு அதன் மின் மிகைப்பு எண்ணைக் கணக்கிடு. (*a*) 20000 Ω ; (*b*) 40000.

$$A = \frac{\mu\ R_L}{r_p + R_L}\ ;\ \mu = 26\ ;\ r_p = 13000\ \Omega.$$

$$(a)\quad R_L = 20000\ ;\ A = \frac{26 \times 20}{13 + 20} = \frac{26 \times 20}{33} = \mathbf{15\ 72}$$

$$(b)\quad R_l = 40000\ ; \qquad A = \frac{26 \times 40}{53} = \mathbf{19{\cdot}62}$$

உதாரணம் 5. இரண்டு மும்முனையங்கள் உள்ளன. ஒன்றின் $\mu = 33$; $r_p = 60\ k\ \Omega$; இரண்டாவதன் $\mu = 20$; $r_p = 15\ k\ \Omega$; சேமிப்பான் தடை $30\ k\ \Omega$ ஆக இருப்பின் எக்குழல் அதிக மின்னழுத்த இலாபத்தைத் தரும் ? எந்தச் சேமிப்பான் தடைக்கு இரண்டின் மின்னழுத்த இலாபங்களும் ஒன்றாகும் ?

குழல் **1.**

$$A = \frac{33 \times 30}{93} = 10{\cdot}64.$$

குழல் **2.**

$$A = \frac{20 \times 30}{45} = 13{\cdot}33.$$

குழல் 2 அதிக மின்னழுத்த இலாபம் தருகிறது.

இரண்டாவது பகுதி :

$$\frac{33 \times R_L}{60 \times R_L} = \frac{20 \times R_L}{15 + R_L}$$

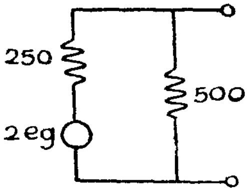
$$495\ R_L + 33\ R_L^2 = 1200\ R_L + 20\ R_L^2.$$

$$13\ R_L^2 = 705\ R_L$$

$$R_L = 0\ ,\quad R_L = \frac{705}{13} = 54{\cdot}23\ k\ \Omega.$$

பிரச்சினைகள்

1. ஒரு மும்முனையத்தின் மாறு நேர்மின் முனைத் தடை = 250 Ω. பெருக்கு எண் 2. 500 Ω தடை அதன் சேமிப்பானையும் உமிழ்வானையும் இணைக்கிறது. இந்த இணைப்பின் பெருக்கு எண், மாறு நேர்மின் முனைத் தடை, பரிமாற்றுக் கடத்துத் திறன் ஆகியவைகளைக் கணக்கிடுக.



திறந்த சுற்று மின்னழுத்தம் $\mu\ e_g$.

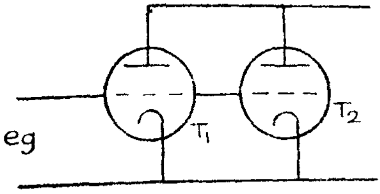
இங்கு $\frac{2 \times 500\ e_g}{750} = 4\ e_g$.

ஆகவே பெருக்கு எண் = 4/3.

$$\text{உட்தடை } r_p = \frac{500 \times 250}{750} = 166{\cdot}7\ \Omega.$$

$$\text{இணைப்பு மின்னோட்டம் } = g_m\ e_g = \frac{2\ e_g}{350}\ ;\ g_m = 8\ mA/V.$$

2. இரண்டு வெற்றிய மும்முனையங்கள் இணையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்விணைப்பின் முக்கியச் சிறப்பியல்புகளை ஆராயவும்.



மின்னோட்டம் $= g_m\ e_g$.

T_1-ல் $g_{m1}\ e_g$.

T_2-ல் $g_{m2}\ e_g$.

ஆகவே, மொத்த மின்னோட்டம் $e_g\ (g_{m1} + g_{m2})$

$\therefore \quad g_m = g_{m1} + g_{m2}.$

உட்தடை : இரண்டு குழாய்களின் உட்தடைகளும் இணையாக உள்ளன. ஆகவே, $\frac{1}{r_p} = \frac{1}{r_{p1}} + \frac{1}{r_{p2}}$

$$\mu = g_m r_p = \frac{(g_{m1} + g_{m2}) r_{p1} r_{p2}}{r_{p1} + r_{p2}}$$

$$= \frac{\mu_1 r_{p2} + \mu_2 r_{p1}}{r_{p1} + r_{p2}}$$

3. ஒரு மும்முனையத்தின் சிறப்பியல்பு $I_a = 0{\cdot}015 (V_a + 10 V_g)^{\frac{3}{2}} mA$. இதை மின்மிகைப்பியாக $V_a = 200 V$; $V_c = -5 V$-ல் உபயோகிக்கிறோம். சுமைத் தடையின் மதிப்பு $10 K\Omega$. இதன் மின்மிகைப்பு என்ன ? சேமிப்பான் மின்திரப்பியின் மின்னழுத்தம் என்ன ?

$I_a = 0{\cdot}015 (200 - 50)^{\frac{3}{2}} = 27{\cdot}6 \, mA.$

தடையில் நேர்மின்னழுத்தம் $= {\cdot}0276 \times 10000 = 276$

மின்திரப்பியின் மின்னழுத்தம் $= 200 + 276 = 476 V$

குழலின் $\mu = 10.$

$$r_p = \frac{1}{\frac{3}{2} \times {\cdot}015 (V_a + \mu V_g)^{\frac{1}{2}}}$$

$$= \frac{10^3}{\frac{3}{2} \times {\cdot}015 \times 12{\cdot}28} = 3620 \, \Omega$$

$$\text{மின்பெருக்கம்} = \frac{\mu R_l}{r_p + R_l} = \frac{10 \times 10000}{13620} = 7{\cdot}35$$

4. துணை, சேமிப்பான்—இவைகளின் வரிவடிவங்களின் சாய்வுகள் முறையே $2{\cdot}4 \, mA/V$; $0{\cdot}05 \, mA/V$ ஆகும். எந்தச் சேமிப்பான் சுமைத்தடை 30 மின்பெருக்கமளிக்கும் ?

$$30 = \frac{\mu R_l}{r_p + R_l} \; ; \quad g_m = 2{\cdot}4 \, mA/V; \quad r_p = 20 \, K\Omega$$

$$\mu = g_m \times r_p = 48$$

$$= \frac{48 \times R_L}{20 + R_L}$$

$$600 + 30R_L = 48\ R_L\ ; \quad 18R_L = 600.$$

$$R_L = 33 \cdot 3\ K.$$

5. ஒரு மும்முனையத்தின் $r_p = 20\ K\ \Omega$. அதன் தடை 5 K. மற்றொரு மும்முனையத்தின் மின்பெருக்கு எண் முதல் குழலின் இரு மடங்கு. ஆனால் 5 K தடைக்கு அதே மின்பெருக்கமளிக்கின்றது. இரண்டாவது குழலின் மாறு நேர்மின்வாய்த் தடை எவ்வளவு ?

$$\mu_2 = 2\mu_1\ ; \quad r_{p1} = 20\ K\ ; \quad r_{p2} = ?\ ; \quad R_L = 5\ K.$$

$$\frac{\mu_1 . 5}{25} = \frac{2\mu_1 \times 5}{r_{p2} + 5}$$

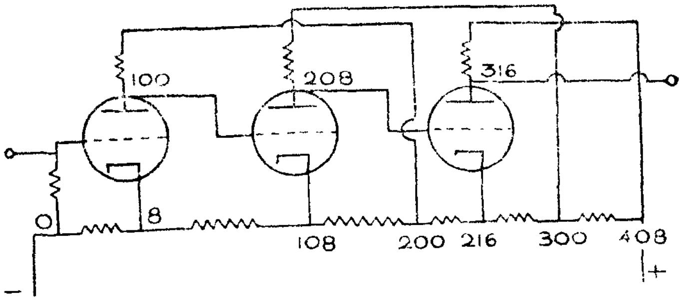
$$r_{p2} + 5 = 50\ ; \quad r_{p9} = 45\ K.$$

7. மின்மிகைப்புத் தொடர்

மும்முனையத்தின் மின்பெருக்கு எண் நூற்றைவிட அதிகமாகக் கிடைப்பது அரிது. ஆகவே நமக்கு மின் அழுத்த இலாபம் 100-க்கும் அதிகமாக வேண்டும்பொழுது இரண்டு அல்லது மூன்று மின்மிகைப்பிகளைச்சேர்த்து இணைக்கவேண்டும். இதை நேரிணைப் பாகக் கொள்ள, சில தடங்கல்கள் உண்டு. பொதுவாக ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மின்மிகைப்பிகளை இணைக்கும்பொழுது அவைகளுக்கு ஒரே மின்கலத்திலிருந்து மின்னழுத்தங்களைக் கொடுப்பது சிக்கனமான முறையாகும். ஒரு மின்குழலின் சேமிப்பானை அடுத்த மின்குழலின் கம்பி வலைக்கு இணைத்தால் அந்தக் கம்பி வலை நேர்மின்னழுத்தத்திலிருக்கும். அதை அதன் உமிழ்வானுக்கு எதிர் மின்னழுத்தமாக்க, ஒன்று உமிழ்வானை அதிக நேர் மின்னழுத்தத்திற்கு இணைக்க வேண்டும் அல்லது முதல் மிகைப்பி யின் சேமிப்பானை மற்றொரு மின்கலம் மூலம் அடுத்த மிகைப்பி யின் மின் கம்பி வலைக்கு இணைக்க வேண்டும்.

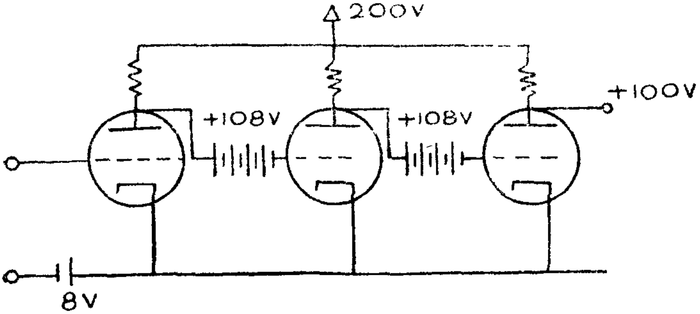
மூன்றுவதாக இரண்டு மின்கலங்கள் உபயோகித்து நேரிணைப்பு அமைக்கலாம். ஆனால் இந்த முறையில் ஓர் அலகின் மின்னழுத்த இலாபம் அடுத்த அலகின் உள்ளீட்டிற்கு வருகையில் $\dfrac{R_2}{R_1 + R_2}$ அளவு குறைகிறது. இந்த நேரிணைப்பில், மின்கல அழுத்த மாற்றங்கள், உமிழ்வான் வெப்ப வேற்று மையால் உண்டாகும் நிதான மின்னோட்ட மாற்றங்கள், மின் தடையில் காலக்கிரமத்தில் உண்டாகும் மாறுதல்கள் ஆகியவை களால் உண்டாகும் மாறுதல்களும் நாம் அளக்க முயலும் மாற்றங்கள் போலவே வருவதால் குழப்பம் உண்டாகிறது ஆகவே நேரிணைப்பு மிகவும் அத்தியாவசியமாக இருந்தால் ஒழிய மேற்கொள்ளப்படுவதில்லை. சாதாரணமாக, நாம் அளக்க

பலவித மின்னலகு நேர் இணைப்புகள்



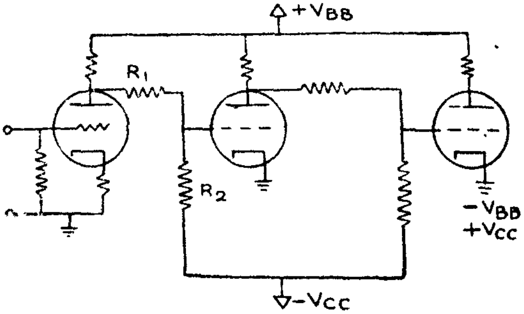
படம் 7—1 (*a*).

பொது மின்கல முறை



படம் 7—1 (*b*).

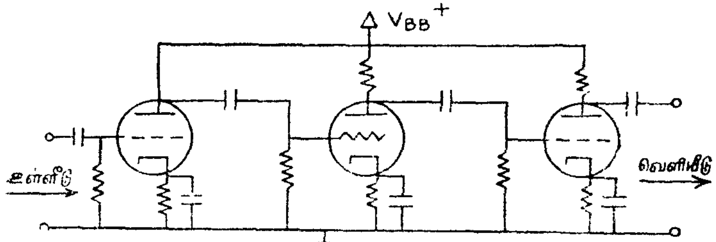
அலகுகளின் இணைப்பில் மின்கலம் உபயோகப்படுத்தல்



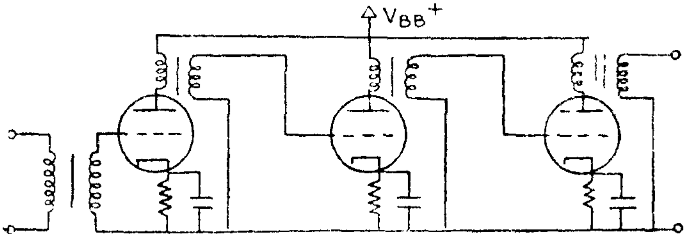
படம் 7—1 (*c*).

இரு மின்கல நேர் இணைப்பு

முயலும் குறிப்பின் குறைந்த அலைவெண் 50 அல்லது 100 Hz ஆக இருக்கும். ஆனால் மேலே கூறப்பட்ட மாறுதல்கள் 20 Hz-க்கும் குறைவாகவே இருக்கும். ஆகையால் நேரிணைப்பைத் தவிர்ப்பதால் மேலே கூறப்பட்ட குறைகளைத் தவிர்க்கலாம். குறைந்த அலைவெண் மாறுபாடுகளைத் தவிர்க்க மின்மாற்றியையோ அல்லது கொண்மியையோ உபயோகப்படுத்துகிறோம்.



கொண்மி தடை மாறுமின் இணைப்பு



மின்மாற்றி மாறுமின் இணைப்பு

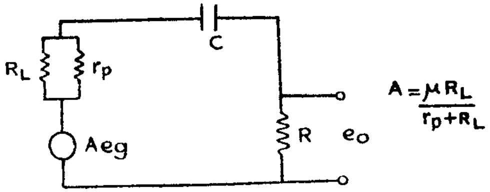
படம் 7—2.

இரு வகை மின்னலகுகளின் மாறு மின்சார இணைப்பு

கொண்மியின் மறுப்பு, மாறு மின்சாரத்தின் அலைவெண் அதிகமாக, குறைகிறது. ஆகவே ஓர் அலகின் வெளியீட்டை மறு அலகின் உள்ளீட்டிற்குக் கொண்மியைத் தொடராகக் கொண்டால், குறைந்த அலைவுகள் தடை செய்யப்படுகின்றன; அதிக அலைவுகள் தடையின்றிச் செலுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் இரண்டாவது அலகின் உள்ளீட்டில் மின் கம்பி வலைக்கும் உமிழ்வானுக்கும் இடையே அதிக ஓம் மதிப்புள்ள தடையை இணைக்க வேண்டும். முதல் அலகை மின் மிகைப்புத் தகவு *A*, உள்தடை, சேமிப்பான் மாற்றுத் தடை, சேமிப்பான் சுற்றிலுள்ள சுமைத் தடை ஆகியவைகளின் இணைப்புச் சுற்று வழி என்று கொள்ளலாம்.

படம் 3-ல் இச் சுற்றுவழி காட்டப்பட்டிருக்கிறது. தடை R-ல் வரும் மின்னழுத்தம் வெளியீட்டு அழுத்தம்.

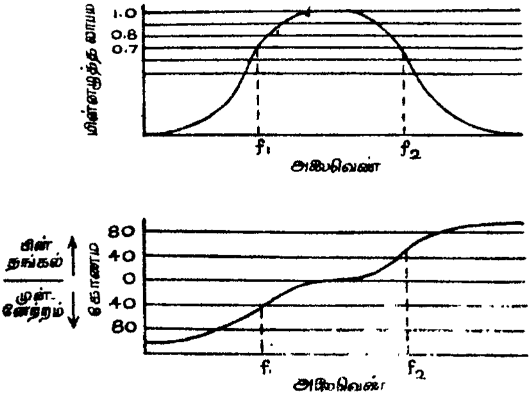
$$\text{அதன் மதிப்பு} = \frac{Ae_g.R.}{\left[\frac{R_L\, r_p}{r_p + R_L} + R + \frac{1}{j\omega C}\right]} \quad \ldots\ldots (1)$$



படம் 7—3.

கொண்மி இணைப்பின் இணைமாற்றுச் சுற்றுவழி

இதில் R-ன் மதிப்பு, பொதுவாக அதிமாக இருப்பதால், சுற்றுவழியின் தடையை R எனவே கொள்ளலாம். ஆக, R, கொண்மியின்



படம் 7—4.

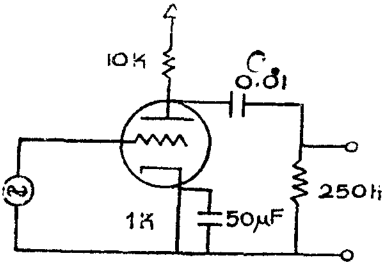
அதிர்வெண் மின்னழுத்த இலாப மாறுதல்

மறுப்பை விட மிக அதிகமாக இருந்தால், வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் Ae_g ஆகும். ஆனால் குறைந்த அலைவெண் அலைகளில் கொண்மியின் மறுப்பு அதிகமாக இருப்பதால் வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். இதற்கு ஓர் அளவு கோலாகக் கொண்மியின் மறுப்பு தடையின் மதிப்புக்கு ஈடாக இருக்கும் அலைவைக் கொள்ளலாம். அது f_1 என்று கொண்டால்,

$$\frac{1}{2\pi f_1 C} = R + \frac{r_p R_L}{r_p + R_L} \qquad \ldots\ldots (2)$$

அல்லது $$f_1 = \frac{1}{2\pi C\left[R + \frac{r_p R_L}{r_p + R_L}\right]} \qquad \ldots\ldots 2(b)$$

இதைக் கீழலைவெண் அரைத்திறன் என்று அழைக்கலாம். உள்ளீட்டு அலைவெண்ணை மாற்ற, வெளியீட்டு மின்னழுத்த இலாபத்தில் மாறுதல் வரிவடிவத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. C, R ஆகியவைகளின் மதிப்பை மாற்றி, நமக்கு வேண்டிய கீழரைத் திறன் எண்ணைக் கொள்ளலாம்.



படம் 7—5.
உதாரணத்தின் சுற்றுவழி

உதாரணம் 1. படம் 5-ல் மின்னழுத்த இலாபத்தையும் கீழரைத் திறன் அலைவெண்ணையும் கணக்கிடுக.

$$A = \frac{\mu R_L}{r_p + R_L} = \frac{45 \times 10 \times 250}{260 \times 15 + 10 \times 250}$$

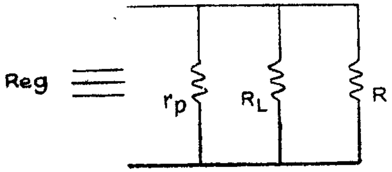
$$= \frac{45 \times 2500}{6400} = 17{\cdot}58$$

$$f_1 = \frac{10^6}{2\pi \times 0{\cdot}01 \times [250 + 6] \times 10^3} = \frac{10^3}{2\pi \times 2{\cdot}56}$$

$$= 62{\cdot}18 \text{ Hz}$$

கம்பி வலையும் உமிழ்வானும் வெற்றிடத்தால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆகையால் அவையிடையே சிறிய அளவு கொண்மம் உண்டாகிறது. மேலும் மின்சுற்று வழியைச் செய்து முடிக்கையில் அதன் பல பாகங்களுக்கும் அவை வைக்கப்படும் அடி மணைக்கும் இடையே பல சிறு சிறு கொண்மிகள் உண்டாகின்றன. இவையெல்லாம் அதிக அலைவெண் அலைவுகள் வரும்பொழுது குறைந்த மறுப்புக் காட்டி மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கின்றன. கணக்கிட எளிதாக்க இவையனைத்தையும் ஒன்று சேர்த்து மொத்தமாக ஒரு கொண்மியாகக் காட்டலாம். இக் கொண்மி, வெளியீட்டு மின் கடைகளுக்கு இணையாக வரும்.

இதனால் அதிக அலைவெண் அலைவுகளில் வெளியீட்டு மின் னழுத்தம் குறையும். இதை மதிப்பிட f_2 என்று அலை வெண்ணைக் காட்டலாம். இவ்வலைவெண்ணில் கொண்மியின் மறுப்பு இணைமாற்றுத் தடையின் மதிப்பிருக்கும். இங்கு இணை மாற்றுத் தடை, சுமைத் தடை, கம்பி வலைக் கசிவுத் தடை, சேமிப் பானின் மாறு மின் தடை ஆகியவைகளின் இணைத் தடை யாகும்.



$$Req = \frac{1}{2\pi f_2 C_o} \quad .. \; 3\,(a)$$

அல்லது

$$f_2 = \frac{1}{2\pi C_o Req.} \quad ... \; 3\,(b)$$

ஆக, ஒரு மின் மிகைப்பியை (1) அதிகபட்ச அழுத்த இலாபம் (2) கீழரைத்திறன் அலைவெண் (3) மேலரைத்திறன் அலைவெண் ஆகிய இம்மூன்றையும் கொண்டு குறிக்கலாம். இவைகளுடன் இன்னும் இரண்டு நிபந்தனைகளையும் சேர்த்துக்கொண்டால், மிகைப்பை முழுமையாகக் கணக்கிடலாம். அவை இரண்டும் முறையே உள்ளீட்டுத் தடை, வெளியீட்டுத் தடை ஆகும். ஆனால் இவ்வைந்தையும் ஓரலகு மின் மிகைப்பியில் அடைய முடியாது. அதனாலேயே இரண்டு, மூன்று மின் மிகைப்பி அலகுகளை இணைக்கிறோம். முதல் அலகு உள்ளீட்டுத் தடை வேண்டிய வாறு அமைத்துக் கொள்ளும். கடைசி அலகு வெளியீட்டுத் தடையைச் சரிக்கட்டி விடும். நடு அலகுகளை மொத்த அழுத்த இலாபத்திற்கு ஏற்றவாறு அமைக்கவேண்டும். இடையில் மொத்த அலைவெண் மாறுதல் வேண்டியவாறு அமைகிறதா என்று சரி பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும்.

உதாரணம் 2: உதாரணம் 1-ல் இணைக் கொண்மி 150 $\mu\mu F$ ஆக இருப்பின் f_2-ன் மதிப்பைக் கணக்கிடுக.

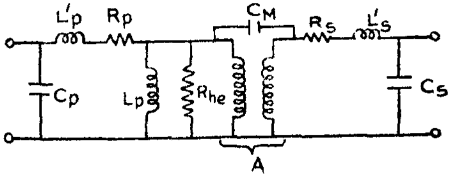
$Req = 5{\cdot}86\ k\,\Omega.$

$$f_2 = \frac{10^{12}}{2\pi \times 150 \times 5860.} = 180{,}800 \text{ Hz}$$

மேலே கூறப்பட்ட தடைக் கொண்மி இணைப்பு மின்மிகைப்பி மிகச் சிக்கனமானது; அதிகமான அலைவெண் பட்டை அளிப்பது. இதில் அலைவெண் பட்டை என்பது f_1-லிருந்து f_2 வரைக் கணக் கிடப்படுகிறது. ஆனால் இரண்டு நிபந்தனைகள் உண்டு. கட்டுப்பாட்டு வலை எக்காரணம் கொண்டும் உமிழ்வானைவிட

நேர்மின்னழுத்தமுள்ளதாகக் கூடாது. ஏனெனில் அப்பொழுது மின்கம்பி வலைச் சுற்று வழியால் மின்னோட்டம் ஏற்பட்டு, வலை உமிழ்வான் தடையின் மதிப்பை மிகவும் குறைத்துவிடும். அதனால் மின்னழுத்த இலாபம் குறைந்துவிடும். மின்வலை உமிழ்வான் தடையின் மதிப்பு அதிகமாக இருக்கவேண்டும்.

மின்மாற்றி இணைப்பு மின்பெருக்கி: படம் $2(b)$-ல் மின்மாற்றி இணைப்பு வரையப்பட்டிருக்கிறது. இந்தச் சுற்று வழியை ஆராயும் முன் மின்மாற்றியின் இணைமாற்றுச் சுற்றை அறிய வேண்டும். மூலச்சுருளில் மின்னோட்டம் உண்டாவதால் காந்தப்புலம் உண்டாகிறது. காந்தப்புலம் மாறுபடுதலால் தூண்டு மின்னழுத்தம் உண்டாகிறது. நாம் கொடுக்கும் மின்னழுத்தமும் தூண்டு மின்னழுத்தமும் ஒரே மதிப்புள்ளன வாக இருக்கவேண்டும். இதற்குக் காந்தப்புலம் மாறுதலை யடைய வேண்டும். அதற்கு மாறுமின்னோட்டம் வேண்டும். ஆகவே மூலச் சுருள் ஒரு தூண்டமாகத் தோன்று கிறது. மூலச் சுருளில் உண்டாகும் காந்தப்புலம் முழுமையும் துணைச் சுருளை எட்டாது. எட்டாக் காந்தப்புலத்தைக் கசிவுக் காந்தப்புலம் என்னலாம். இதனால் உண்டாகும் தூண்டத்தைக் கசிவுத்தூண்டம் எனலாம். சுருள் கம்பிகளுக்கிடையே கொண்மி யும் உண்டாகும். ஏனெனில் சுருள்களின் மின்கடத்திகளுக்

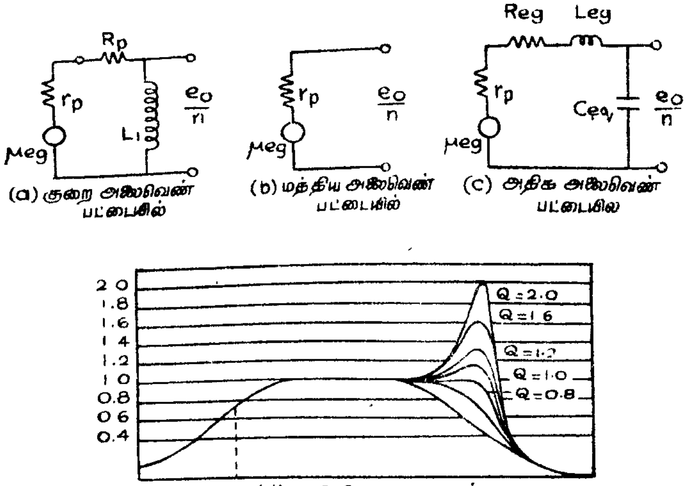


[A = கந்தழி மின்மாற்றி. L_p = மூலச்சுருளின் தூண்டம். L_p' = மூலச்சுருளின் கசிவுத் தூண்டம். R_p = மூலச்சுருளின் தடை; C_p = மூலச்சுருளின் பரவல் கொண்மி. L_s' = துணைச் சுருளின் கசிவுத் தூண்டம். R_s' = துணைச் சுருளின் தடை; C_s = துணைச் சுருளின் பரவல் கொண்மி; c_M = மூலத் துணைச்சுருள் துணைக் கொண்மி. R_{he} = காந்த உள்ளகத் தின் தயக்கச் சுழியோட்டத் திறன் அழிவுகளைக் குறிக்கும் தடை.]

படம் 7—6.

மின்மாற்றியின் இணைமாற்றுச் சுற்றுவழி

கிடையே அவற்றின் மேல் பூசப்பட்ட மின்காப்பிகள் உள்ளன. இரண்டு மின் கடத்திகளுக்கிடையே மின்காப்பி இருந்தால் அது ஒரு கொண்மியாகும். ஆக, மூலச் சுருளிலும், துணைச் சுருளிலும் பரவல் கொண்மிகள் உண்டு. சுருள்களுக்கிடையேயும் துணைக் கொண்மி அமையும்.



(d) அலைவெண் மாறுதல்

படம் 7—7.

பரிமாற்றுச் சுற்றுகள்

(i) சுற்றுத் தகைவு n என்று கொள்வோம். அதாவது $e_s = ne_p$. மும்முனையத்திற்கும் இணைமாற்றுச் சுற்று வழி காணலாம். கட்டுப்பாட்டு வலையில் e_g என்ற மின்னழுத்தம் கொடுத்து, சேமிப்பானில் வரும் மின்னோட்டம் அறிய, சேமிப்பான் சுற்று வழியில் $-\mu e$ என்ற மின்னழுத்தமும். அக மின்தடை r_p-ம் கொண்ட மின்னியறிச் சேமிப்பானுக்கும் உமிழ்வானுக்கும் இடையில் உள்ளதாகவும் கொண்டு, சுற்றுவழியை ஆராயலாம். மின் மாற்றியின் சுற்று வழி மிகவும் சிக்கலாக இருத்தலால், அதனைச் சுலபப்படுத்த, சில குறிப்பிட்ட அலைவெண் பட்டைகளைக் கவனிக்கலாம்.

குறை அலைவெண் பட்டையில் கொண்மிகளின் மறுப்பு மிக அதிகமாக இருத்தலின் அவை இணையாக உள்ள இடங்களில் அவைகளை மறந்து விடலாம். மேலும் கசிவுத் தூண்டங்களின் மறுப்பு மிகக் குறைவாக இருப்பதால் அவை தொடராக வரும் இடங்களில் அவை இல்லை எனக் கொள்ளலாம். அப்பொழுது

இணை மாற்றுச் சுற்று வழி படம். 7 (a)-ல் உள்ளது போலாகும். ஆக $\frac{e_0}{n}$, மூலச் சுருள் தூண்டத்தில் வரும் மின்னழுத்தமாகும். தூண்டத்தின் மறுப்பு, அலைவெண் அதிகமாக, அதிகரிக்கிறது. ஆக, வெளியீட்டு மின்னழுத்த இலாபம், அலைவெண் அதிகமாக, அதிகரித்துக் கொண்டே போய் ஒரு நிலையான மதிப்பிற்கு வரும். அதன் மதிப்பு 7 (b)-ன்படி μn. ஆகவே f_1 என்ற அலை வெண்ணைக் குறிப்பிடலாம். இந்த அலைவெண்ணில் மூலத் தூண்டத்தின் மறுப்பு $(r_p + R_p)$ என்ற தடைக்கீடாக இருக்கிறது.

$$2\pi f_1 L_p = (r_p + R_p) \qquad \ldots \; 4(a)$$

$$f_1 = \frac{(r_p + R_p)}{2\pi L_p} \qquad \ldots \; 4(b)$$

இது கீழரைத்திறன் அலை வெண்.

(ii) அலைவெண் அதிகமாக ஆக, கொண்மிகளையோ தொடர் கசிவுத் தூண்டங்களையோ மறக்க முடியாது. அப்பொழுது படம் 9 (c)-ல் காணப்பட்ட சுற்று வழியை இணை மாற்றுகக் கொள்ள வேண்டும். இது ஒத்திசைவுச் சுற்று வழி ஆகும். இந்தச் சுற்று வழியின் மின்பண்புக்கு ஏற்ற வாறு ஒத்திசைவு அலைவெண்ணில் $Q \cdot \mu n$ என்ற மின்னழுத்த இலாபம் உண்டாகும். இதில் என்ன சிக்கலென்றால் நாம் கேளலைவெண் அலைகளைக் கருதுகிறோம். இவ்வலைகளில் மின் மிகைப்பியின் அலைவெண் செயல் ஒரே மதிப்புள்ளதாக இருக்க வேண்டும். Q ஒன்றுக்கு மேம்பட்டதாக இருக்கையில் ஒத்திசைவு அலைவெண்ணில் வெளியீடு அதிகமாகிறது; இதனால் மின் மிகைப்பு வழி வரும் ஒலி மேல் அலைவெண்ணில் அதிக இலாபமாக இருத்தலால் கீச்சிட்டிருக்கும். ஆகவே Q ஐ 0·9 — 1·2 என்று கொள்வது நல்லது.

மேலே சொன்ன பகுப்பாய்விலிருந்து சில முக்கியக் கருத்து களை நாம் கொள்ளலாம். ஒன்று மும்முனையத்தின் அகத்தடை குறைய f_1 குறையும்; ஆனால் ஒத்திசைவு அலைவெண்ணில் மின்னழுத்த இலாபம் அதிகமாகி விடும். அகத்தடை அதிகமானல் f_1 அதிகமாகும். ஆனல் மேல் அலைவெண் பட்டையில் உச்சச் செயல் இராது. மின்னழுத்த இலாபம் n, அதாவது சுற்று வழித் தகைவைப் பொறுத்திருக்கிறது ஆனல் சுற்றுத்தகைவை விருப்பம் போல் அதிகரிக்க முடியாது. ஏனென்றல் சுற்றுத் தகைவு அதிகரிக்க, கசிவுத் தூண்டம் அதிகரிக்கும்; பரவல் கொண்மியும் அதிகரிக்கும். இதனல் மேல் அலைவெண் பட்டையில் செயல் குறைவுபடும். மின்மாற்றி மிகவும் பெரியதாகவும் கனமுள்ள தாகவும் ஆகிவிடும். கனத்தைக் குறைக்க மூலச் சுருளின்

வளையங்களைக் குறைத்தால் மூலத்தூண்டம் குறைந்து f_0 அதிகரிக்கும். ஆகவே, சாதாரணமாக மின்மாற்றி இணைப்பு மும்முனையங்களில் அகத்தடை 5,000 முதல் 20,000 ஓம் வரை உள்ளவைகளையே தேர்ந்தெடுக்கிறோம். இக் குழல்களுக்கு மின் மிகைப்பு எண் குறைவாகவே இருக்கும் சுற்றுத் தகைவு 3-க்கு மேல் உள்ள மின்மாற்றிகளை உபயோகப்படுத்துவதில்லை. ஆகவே மின்மாற்றி இணைப்பில் அதிக மின்னழுத்த இலாபம் உண்டாவதில்லை உபயோகமான அலைவெண் பட்டையும் குறைவாகவே இருக்கும். இதன் விலையும் அதிகம். போதாதற்குக் காந்த உள்ளகம் வெளிப்புறக் காந்தப் புலங்களால் தீண்டப்பட்டு அதனால் வரும் தூண்டு மின்னழுத்தங்களும் வெளியீட்டில் வரும்.

இவ்வளவு தொல்லைகளுள்ள மின்மாற்றி இணைப்பைப் பின் ஏன் நாம் கருத வேண்டும்? துணைச்சுருள் கம்பி வலைக்கு இணைக்கப்படுகிறது. அதன் நேர் மின்தடை மிகக் குறைவாக இருக்கும். ஆக, எங்கு,கட்டுப்பாட்டு வலையில் நேர் மின்னோட்டம் உண்டாகிறதோ, அங்கு மின்மாற்றியைத்தான் உபயோகப்படுத்த வேண்டும். தள்ளு-இழு பெருக்கி இணைப்பில் மின்மாற்றி மிக எளிய முறையில் இணைப்பை ஏற்படுத்துகிறது. மறுப்புப் பொருத்தத்திற்கு மின்மாற்றி உபயோகிக்கப்படுகிறது. அதிக மின்திறன் தேற்றத்தின்படி, சுமையில் அதிக மின்திறன் வர சுமையின் தடையும் மின்னாக்கியின் தடையும் ஒன்றாக இருக்க வேண்டும். இதை ஒன்றாக்க மின்மாற்றி உபயோகப்படுகிறது. நாம் ஏற்கெனவே $z_p = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 z$, என்று கண்டோம். ஆகவே $r_p = \frac{R_L}{N^2}$ ஆகையால் அதிகத் திறன் சுமைக்கு வருகிறது. இதைத் திறன் பெருக்கி என்கிறோம்.

பிரச்சினைகள்

1. ஓர் எதிர்முனைக் கதிர்க் குழலில் உள்ள விலக்குப் பலகைகளுக்கு ஒரு மின்பெருக்கி இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பலகைகளின் விலக்க நுண்ணுணர்வு $25 V$/செ.மீ. பலகைகளின் கொண்மம் $25\ pF$ மின்பெருக்கக் குழலின் $\mu = 40$; $r_p = 10\ K$; மொத்த வெளியீட்டு இணைக் கொண்மம் $10\ pF$. 4 MHz-ல் இதன் மிகைப்பு நடு அலை மின்மிகைப்பிற்கு $\frac{1}{3}$ ஆக இருக்கவேண்டுமாயின் சுமைத் தடையின் மதிப்பென்ன?

மொத்த வெளியீட்டுக் கொண்மம் $= 25 + 10 = 35\ pF$.
நடு அலை மின்மிகைப்பு $= g_m\ R_{eq}$.

$$\text{உயர்வலை மின்மிகைப்பு} = \frac{g_m\ Req.}{\sqrt{(\omega C_o Req)^2 + 1}} = \frac{1}{3} g_m\ Req.$$

$(\omega\ C_o\ Req)^2 + 1 = 9.$

$\omega\ C_o\ Req = \sqrt{8}.$

$$Req = \frac{\sqrt{8} \times 10^{12}}{2\pi \times 4 \times 10^6 \times 35} = \frac{2{\cdot}83 \times 10^6}{270 \times \pi} = 3220\ \Omega$$

$$Req = \frac{r_p R_L}{R_L + r_p}\ ;\quad R_L = \frac{Req\ r_p}{r_p - Req} = \frac{3220 \times 10000}{10000 - 3220}$$

$$\approx 5\ K.$$

2. ஒரு மும்முனையத்தின் $I_a = 0{\cdot}1\ (V_a + 30V_g)\ mA$. இதன் சுமை 30 K; எதிர்மின்முனைத்தடை 500 Ω. அடுத்த மின்மிகைப்பியின் கம்பி வலைத்தடை 150 K. சேமிப்பான் மின் நிரப்பி 300 V. உள்ளீட்டு மாறு மின்னழுத்தமற்ற நிலையில் சேமிப்பானின் நேர் மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக. மின்மிகைப்பையும் கணக்கிடுக.

$V_a = V_{BB} - I_a\ R_L - I_a R_K. \qquad V_{BB} = 300\ V$

$V_c = I_a - R_K.$

$I_a = 0{\cdot}1\ [300 - I_a\ (30{\cdot}5) - 30\ I_a \times {\cdot}5]$

$\quad = 30 - 4{\cdot}55\ I_a.$

$5{\cdot}55\ I_a = 30$

$$I_a = \frac{30}{5{\cdot}55} = 5{\cdot}4\ mA$$

$V_a = 300 - 5{\cdot}4 \times 30{\cdot}5 = 135{\cdot}3\ V.$

$$N_g = 10K. \quad R_L = \frac{30 \times 150}{180} = 25\ K.$$

$$\text{மின்மிகைப்பு} = \frac{30 \times 25}{35} = 21\ 4$$

3. ஒரு மும்முனையத்தின் $\mu = 45$; $r_p = 15\ K$. இணைப்புக் கொண்மி $0{\cdot}01\ \mu\ F$. கம்பி வலைத்தடை 250 K ; வெளியீட்டுக் கொண்மம் 150 $p\ F$. சுமைத்தடை 10 K. இம் மின்மிகைப்பியின் மின்மிகைப்பையும் பட்டையகலத்தையும் கணக்கிடுக.

$$\frac{r_p R_L}{r_p + R_L} = \frac{15 \times 10}{25} = 6\ K.$$ கம்பிவலைத் தடை 250 *K*.

மொத்தம் 256 *K*.

$$f_1 = \frac{10^6}{2\pi \times 0{\cdot}01 \times 256000} = \frac{10^3}{16{\cdot}1} = \mathbf{62}\ \text{Hz}$$

$$Req = \frac{6 \times 250}{256} = \frac{1500}{256} = 5{\cdot}85\ K$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi C_o Req} = \frac{10^{12}}{2\pi \times 150 \times 5850} = \mathbf{37}\ \text{MHz}$$

மின்மிகைப்பு $= 3 \times 5{\cdot}85 =$ **17·55**

4. மும்முனையத்தின் $\mu = 40$; $r_p = 40\ K$; மின்மாற்றியின் மூலச் சுருளின் தடை 500 Ω ; தூண்டம் 40 *H*. சுற்றுத் தகைவு 3·5. கீழ்க்கண்ட சுழல் அதிர்வெண்களுக்கு மின்மிகைப்பு கணக்கிடுக. ω = 10, 1000, 1000, 10000.

ω =	10	100	1000	10000
தூண்ட மறுப்பு =	400	4000	40000	400000

மொத்த மறுப்பு $= \sqrt{r_p^2 + X_L^2}$

$\approx 40K \quad \approx 40K40 \times \sqrt{2}K \quad \approx 400K$

மின்மிகைப்பு $\dfrac{n.\ \mu\ .\ X_L}{\sqrt{r_p^2 + X_L^2}}$

$$\frac{140 \times 400}{40000}$$

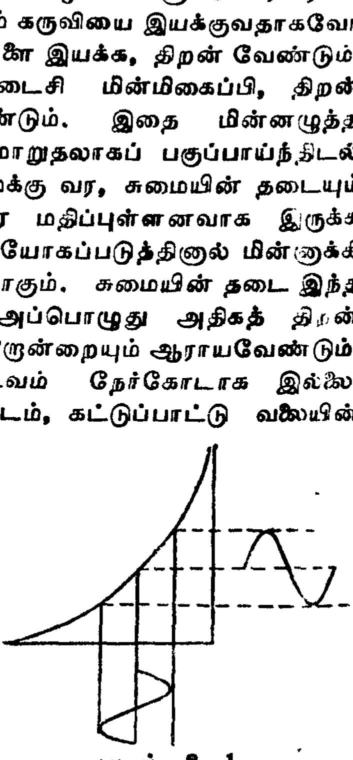
=	1·4	14	98	140

8. திறன் மிகைப்பி

ஒரு மின்மிகைப்பி மாலையை எடுத்துக்கொண்டால், முதலில் நாம் ஆராயும் பொருளிருக்கும். மறுபுறம் வெளிக்காட்டும் கருவி யிருக்கும். வெளிக்காட்டும் கருவி. ஒலிப்பானாகவோ, ஏரியலாகவோ அல்லது தாளில் எழுதும் கருவியை இயக்குவதாகவோ இருக்கும். வெளிக்காட்டும் கருவிகளை இயக்க, திறன் வேண்டும். ஆகவே மிகைப்பி மாலையில் கடைசி மின்மிகைப்பி, திறன் மிகைப்பியாக அமைய வேண்டும். இதை மின்னழுத்த மிகைப்பியை ஆய்வதை விட மாறுதலாகப் பகுப்பாய்ந்திடல் வேண்டும். அதிகத் திறன் சுமைக்கு வர, சுமையின் தடையும் மின்னாக்கியின் தடையும் ஒரே மதிப்புள்ளனவாக இருக்க வேண்டும். மும்முனையத்தை உபயோகப்படுத்தினால் மின்னாக்கியின் தடை குழலின் அகத்தடையாகும். சுமையின் தடை இந்த அகத்தடை மதிப்பிருந்தால், அப்பொழுது அதிகத் திறன் சுமையை அடையும். ஆனால் மற்றொன்றையும் ஆராயவேண்டும். மும்முனையக் குழலின் வரிவடிவம் நேர்கோடாக இல்லை. ஆகவே, சேமிப்பான் மின்னோட்டம், கட்டுப்பாட்டு வலையின் மாறு மின்னழுத்தம் ஆகியவைகளின் தொடர்பை அடுக்குத் தொடராகக் காண்பிக்கலாம்.

$$e_p = a_1 e_g + a_2 e_g^2 \; a_3 e_g^3 + \dots$$

அதாவது e_g. ஒரு தனி ஒழுங்கியக்க அலைவெண் ω ஆக இருந்தால் மின்னோட்டத்தில் அடிப்படை அலைவெண்ணின் கூறுடன் மேலிசைக் கூறுகளும் இருக்கும். இவை முறையே $2\omega, 3\omega, \dots\dots, n\omega$ ஆகும். இதில் n ஒரு முழுஎண். இதனை வீச்ச உருக்குலைவு எனலாம். படம் 1-ல் மின்னோட்ட வரி வடிவத்



படம் 8—1.
வீச்சு உருக்குலைவு விளக்கம்

தைப் பார்த்தால் அதில் மேல் பாதி நீண்டும் கீழ்ப் பாதி சுருங்கி யும் காணப்படுகிறது. ஆகவே இதன் உருவம் மின் கம்பி வலை யின் மின்னழுத்த உருவத்திற்கு மாறுபட்டதாக இருக்கிறது. இதனையே வீச்சு உருக்குலைவு என்கிறோம். மும்முனையத்தில் சுமையின் தடை குழலியின் அகத்தடைக்கு இரு பங்காக இருப்பின் மின்திறன் உச்ச அளவை விடச் சிறிதளவே குறைகிறது. ஆனால் வீச்சு உருக் குலைவு மிகவும் குறைகிறது. ஆகையால் மும்முனையத்தைத் திறன் மிகைப்பியாக உபயோகப் படுத்துகையில் சுமையின் தடை $2r_p$ எனஇருத்தல் வேண்டும். அப்பொழுது கட்டுப்பாட்டு வலையில் e_g என்ற அதிக வீச்சுள்ள ஒழுங்கியுள்ள மாறு மின்சார மின்னழுத்தம் கொடுத்தால்,

$$\text{சேமிப்பானில் மாறு மின்னோட்டம்} = \frac{\mu e_g}{R_L + r_p} = \frac{\mu e_g}{3r_p}$$

$$\text{தடையில் மாறு மின்திறன்} = \frac{\mu^2 e_g^2}{9r_p^2} \times 2r_p = \frac{2}{9} \mu^2 e_g^2$$

$$= 0{\cdot}222\ \mu^2 e_g^2$$

$$R_L = r_p \text{ என்று கொண்டால், திறன்} = \frac{\mu^2 e_g^2}{4r_p}$$

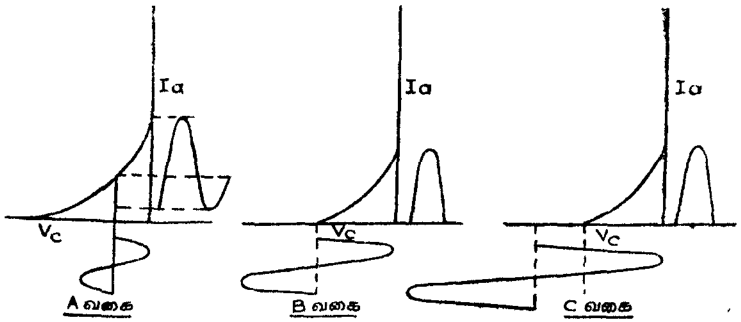
$$= 0{\cdot}25\ \mu e_g^2.$$

ஆக, திறன் குறைவு 10%-க்குச் சிறிது அதிகம். ஆனால் வீச்சு உருக் குலைவு மிகவும் குறைகிறது.

திறன் அதிகமாக, மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு அதிகமாக வேண்டும். இதற்கு அதிக மின்னோட்டம் தரக்கூடிய உமிழ் வான்களை உபயோகப்படுத்தவேண்டும். அதன் பரிமாற்றுக் கடத்துத் திறன் அதிமாக இருப்பின் குறைந்த அளவு கட்டுப் பாட்டு வலையின் மாறு மின்னழுத்தத்திற்கு அதிக மாறு மின்திறன் சுமையில் கிடைக்கும். ஆனால் சேமிப்பானின் மின்னோட்டம் அதிகமானல் சேமிப்பானின் திறன் அதிகமாகிறது. உதாரண மாக, சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் V_B ஆக இருந்து, மின்னோட்டம் I_B ஆக இருந்தால், $V_B I_B$ என்ற திறன் சேமிப்பானை அடைகிறது. இத்திறன் சேமிப்பானைச் சூடாக்கி அதன் வெப்பநிலையை உயர்த்து கிறது. இதனால் இரண்டு பலன்கள் கைகூடலாம். சேமிப்பானும் வெப்பத்தால் எதிர்மின்னிகளை உமிழலாம். இரண்டாவது குழலினுள் வெற்றிட நிலை குழலின் பல்வேறு பாகங்கள் உட் கவர்ந்துள்ள வளிம அணுக்களை வெளியிடுவதால் பாதிக்கப்

படலாம். ஆகவே சேமிப்பானின் வெப்பநிலை குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் போகக்கூடாது. அதாவது சேமிப்பானில் வந்தடையும் மின்திறன் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை விட அதிமாகக் கூடாது. ஆகவே திறன் மிகைப்பிக் குழல்களில் உமிழ்வானின் பரப்பும் சேமிப்பானின் பரப்பும் மிக அதிகமாக இருக்கும். சேமிப்பானும் கருக்கப்பட்டதாக இருக்கும். ஏனென்றல் கருப்புப் பொருள்கள் வெப்பத்தை வெகு விரைவில் வெளிப் படுத்தி விடுகின்றன. ஆகவே அவைகளின் வெப்பநிலை சிறிது குறைவாகவே இருக்கும்.

இப்பொழுது இயக்குத் திறனை ஆராய்வோம். இதற்கு முன் ஒரு மிகைப்பியை மின்னேட்டத்தின் அலைவடிவத்தைக் கொண்டு *A* வகை, *AB* வகை, *B* வகை, *C* வகை என வகுக்கலாம். கட்டுப் பாட்டு வலையில் ஓர் ஒழுங்கியக்க அலை மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கும்பொழுது சேமிப்பானின் மின்னேட்டமும் ஒழுங் கியக்கத் தன்மையை உடையதாக இருக்கும். ஓர் அலைநீளத்தை 360° ஆகப் பிரிக்கலாம். சேமிப்பானில் மின்னேட்டம் 360°-ம் ஓடினல், இதற்கு *A* வகைச் செய்கை என்பது பெயர்.

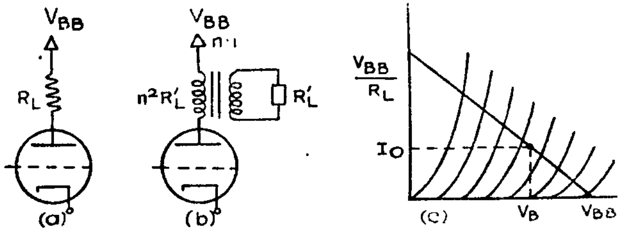


படம் 8—2.

A, B, C வகைச் செய்கைகளைக் காட்டும் படங்கள்

கட்டுப்பாட்டு வலை வெட்டு மின்னழுத்தத்தில் இருப்பின், நேர் அலையே மின்னேட்டத்தை உண்டாக்கும். எதிர் அலையில் மின்னேட்டம் உண்டாகாது. அதாவது மின்னேட்டம் 180° கோணம் மட்டுமே பாயும். இதற்கு *B* வகைச் செய்கை என்பது பெயர். கட்டுப்பாட்டு வலையை வெட்டு மின்னழுத்தத்திற்கும் அதிகமாக்கி, பிறகு மாறுமின்னழுத்தம் கொடுத்தால் மின் னேட்டம் 180°-க்குக் குறைவாகவே ஓடும். இதற்கு *C*-வகைச்

செய்கை என்பது பெயர். மின்னோட்டம் 180°-க்கு மேலாகவும் 360°-க்குக் குறைவாகவும் இருந்தால் *AB* வகை என்பது பெயர்.



(a) நேர்தடை இணைப்பு (b) தடைமின் மாற்றி மூலம் இணைப்பு
(c) சுமைக் கோடு $n^2 R'_L = R_L$

படம் 8—3.

சேமிப்பானின் சிறப்பியல்பு வரிவடிவம். இதில் சுமைக் கோடும் வரையப்பட்டுள்ளது.

படம் 3-ல் மும்முனையத்தின் சிறப்பியல்பு வளைகோடுகளையும் சுமைக் கோட்டையும் காணலாம். முதலில் சுமை சேமிப்பானுக்கு நேராகவே இணைக்கப்பட்டிருந்தால் சேமிப்பானுக்கும் மின் கலத்தின் நேர்மின்முனை இணைப்புக்கும் இடையே இருக்கும். அப்பொழுது சுமைக் கோடு V_{BB}-லிருந்து படத்தில் காட்டப்பட்டது போலமையும். மின்மாற்றி மூலம் இணைக்கப்பட்டால், மின்மாற்றியின் மூலச் சுருளின் நேர்மின்தடை குறைவாக இருப்பதால், படத்தில் காட்டப்பட்ட V_B யே V_{BB} ஆக அமையும். இதனால் இயக்குத் திறனில் வேறுபாடு உண்டாகும். இங்கு இயக்குத் திறம் மின்கலம் கொடுக்கும் திறனில் எப்பங்கு எதிர் மின் திறனாக மாறுகிறது என்கிற விகிதத்தைப் பொறுத்தது.

அதாவது இயக்குத் திறம் $= \frac{\text{எதிர்மின் திறன்}}{\text{நேர்மின் திறன்}}$.

படம் 8—3 *a*-ல் காட்டப்பட்ட சுற்று வழியில் நேர்மின் திறன் $V_{BB}.I_B$. எதிர்மின் திறன் $\frac{(V_{BB} - V_{min})(I_{max} - I_{min})}{8}$

$$\text{ஆகவே, இயக்குத் திறம்} = \left(1 - \frac{V_{min}}{V_{BB}}\right) \times \frac{1}{4}.$$

வீச்சு உருக்குலைவற்ற நிலையில் $I_B \simeq \frac{(I_{max} - I_{min})}{2}$

ஆகவே, இயக்குத் திறத்தின் அதிகமான மதிப்பு 25% தான்; அதுவும் முழு உள்ளீட்டு மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும் பொழுதுதான் இருக்கும். மற்றப்படி 25%-க்கும் குறைவாகவே இருக்கும்.

படம் 8—3(a)-ல் காட்டப்பட்ட சுற்று வழியில் நேர்மின் திறன் $V_{BB} \cdot I_B$. ஆனால் எதிர்மின் திறன்

$$\frac{(V_{BB} - V_{min}) \times (I_{max} - I_{min})}{4}$$

$$\text{ஆகவே, இயக்கத் திறம்} = \left(1 - \frac{V_{min}}{V_{BB}}\right) \times \frac{1}{2}.$$

ஆகவே, இயக்கத் திறனின் அதிகமான மதிப்பு 50% ஆகும். ஆகவே மின்மாற்றி உபயோகப்படுத்துவதனால் உண்டாகும் இலாபத்தைக் காணலாம். மின்மாற்றி உபயோகப்படுத்துவதால் இயக்கத்திறன் இரு மடங்காகிறது. ஆனால் ஒன்று. எதிர்மின் திறன் உண்டோ இல்லையோ, நேர்மின் திறன் இருந்து கொண்டே இருக்கிறது. ஆகவே, சேமிப்பான் ஏற்கும் திறனும் எதிர்மின் திறன் இல்லாதபொழுது முழு நேர்மின் திறனும் சேமிப்பானைச் சூடாக்குகின்றன. கட்டுப்பாட்டு வலையில் எதிர்மின் அழுத்தம் இருந்தால் சுமையில் எதிர்மின் திறன் உண்டாகும். அப்பொழுது சேமிப்பானைச் சூடாக்கும் திறன் குறைகிறது. ஆகவே,மும்முனையத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கும்பொழுது முழு அளவு நேர்மின்திறனை அதன் சேமிப்பான் தாங்கக்கூடிய குழலாகத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

உதாரணம் 1 : ஒரு மும்முனையத்தின் $\mu = 5$, $r_p = 5000\ \Omega$; க. வலையின் எதிர்மின்னழுத்தம் $\pm 10V$ உச்ச வீச்சு. இதன் சுமையின் அதிக மாறுமின்சாரத் திறனைக் கணக்கிடுக.

$$\text{அதிக மாறுமின் திறன்} = \frac{\mu^2 e_g^2}{4 R_L} = \frac{5 \times 5 \times 10 \times 10}{2 \times 4 \times 5000}.$$

$$= 62.5\ m.W.\ (\text{மில்லி வாட்})$$

உதாரணம் 2: ஒரு மும்முனையத்தின் $\mu = 10$; $g_m = 5m\ A/V$. அதன் சேமிப்பான் நேர்மின்கலத்தின் அழுத்தம் $450\ V$. அதனால் உண்டாகும் நேர் மின்னோட்டம் $50\ mA$. சுமையின் தடை 5000Ω.

க. வலையின் எதிர்மின்னழுத்தம் 20 sin ω t. சுமையின் மொத்தத் திறன், எதிர்மின் திறன், சேமிப்பான் சூடாக்கும் திறன் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

நேர்மின் திறன் $= 4{\cdot}50 \times {\cdot}05 =$ **22·50** வாட்

சுமையின் நேர்மின் திறன் $= ({\cdot}05)^2 \times 5000 = 12{\cdot}5$ வாட்

சுமையின் எதிர்மின் திறன் $= \dfrac{\mu^2 e_g^2 R_L}{(r_p + R_L)}$

$$= \frac{10 \times 10 \times 20 \times 20 \times 5000}{7000 \times 7000 \times 2} = 2 \text{ வாட்}$$

சுமையின் மொத்தத் திறன் $= 12{\cdot}5 + 2{\cdot}0 =$ **14·5** வாட்

∴ சேமிப்பானின் வெப்பமூட்டும் திறன் = 22·5 வாட் — 14·5 வாட் = 8 வாட்.

ஆனால் க. வலையில் எதிர் மின்னழுத்தம் இல்லாத பொழுது சேமிப்பான் திறன் = 10 வாட்டாக இருக்கும். ஆகவே சேமிப்பான் திறன் 10 வாட் உள்ள குழலைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

உதாரணம் 3 : திறன் குழலின் $\mu = 5$; $r_p = 2000\ \Omega$. வீச்சு உருக்குலைவு குறைவாக இருக்க, சுமையை $4000\ \Omega$ எனக் கொள்ளலாம். இக் குழல் $2\ \Omega$ ஒலிப்பெருக்கிக்கு 1 வாட் திறன் அளிக்க வேண்டும். இதற்கு வேண்டிய க. வலையின் எதிர் மின்னழுத்தத்தையும் மின் மாற்றியின் சுற்று விகிதத்தையும் கணக்கிட வேண்டும்.

உச்சத் திறன் $= \dfrac{2\mu^2 e_g^2}{9\, r_p} = 1$ வாட்

$$\therefore \quad e_p = \sqrt{\frac{9r_p}{2\mu^2}} = \sqrt{\frac{9 \times 2000}{2 \times 25}} = \sqrt{360} = 19V$$

உச்ச வீச்சு $= 19 \times \sqrt{2} = 26{\cdot}87$ Ω $27V$.

மின்மாற்றின் சுற்று விகிதம் $= \sqrt{\dfrac{4000}{2}} = 44{\cdot}7$

மூலச்சுருளின் மாறுமின்னோட்டத்தின் உச்ச வீச்சு

$$\frac{I^2 R_L}{2} = 1 \text{ வாட் ;} \quad I = \sqrt{\frac{2}{4000}} = 22{\cdot}4\ mA$$

A வகை அமைப்பில் உச்ச இயக்குத் திறம் 50% தான். மேலும் மாறுமின் திறன் இல்லாத பொழுது அதன் சேமிப்பான் வெப்பத் திறன் உச்ச மதிப்பை அடைகிறது. இவ்விரண்டு தீமைகளுக்கு இடையே ஒரு நன்மை என்னவென்றால் கூடுமான வரை வீச்சு உருக்குலைவில்லாமல் திறனை வெளிப் படுத்தலாம்.

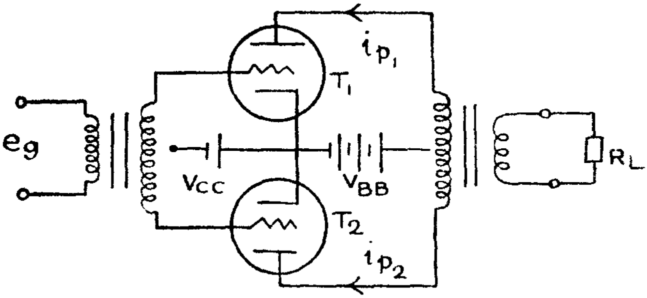
B வகை அமைப்பைக் கவனிப்போம். இதில் மின்னோட்டம் பாதி அலைக்கே உண்டாகிறது மறு பாதியில் மின்னோட்டமில்லை. ஆனால் உள்ளீட்டில் சைன் அலை கொடுக்கையில் வெளியீட்டில் அரை சைன் அலையே உண்டாகிறது. இதனால் வீச்சு உருக் குலைவு உண்டாகிறது. இவ்வீச்சு உருக்குலைவை நீக்க, இணை ஒத்திசைவுச் சுற்றைச் சேமிப்பானில் சுமையாக வைக்கலாம். இச் சுமை நீரொழியப் பாலுண் குருகு போல் அரை சைன் மின்னோட்டத்தின் அடிப்படை அலைவெண் பாகத்தை மட்டும் எடுத்துக் கொண்டு மற்ற இசை அலைவெண் பாகங்களை நிராகரிக்கிறது. அரை சைன் மின்னோட்டத்தின் அடிப்படை அதிர்வெண் பாகம் $\frac{I_{max}}{2}$; நேர்மின்னோட்ட பாகம் $\frac{I_{max}}{\pi}$. ஆக.

நேர்மின் திறன் $V_{BB}\,\frac{I_{max}}{\pi}$;

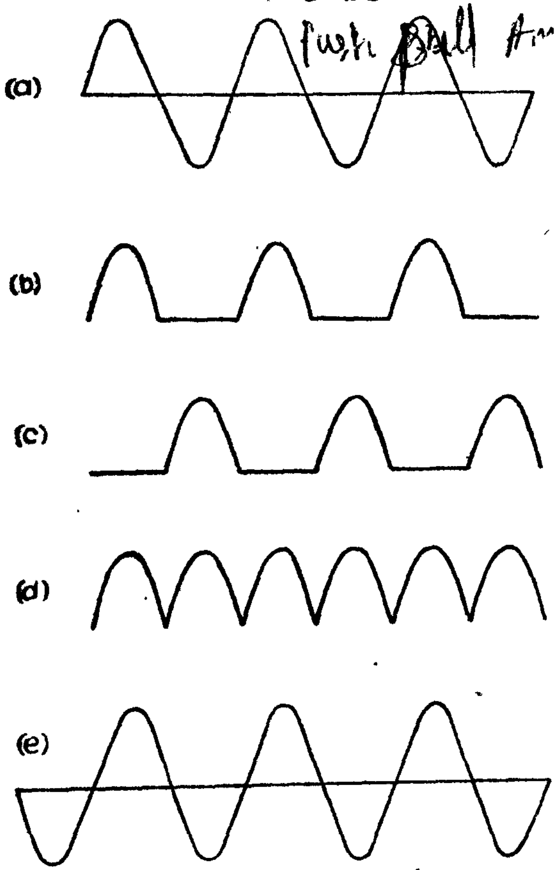
$$\text{எதிர்மின் திறன்} = \frac{(V_{BB}-V_{min})}{\sqrt{2}} \times \frac{I_{max}}{2\sqrt{2}}$$

$$\text{ஆக, இயக்குத் திறம்} = \left(1-\frac{V_{min}}{V_{BB}}\right)\frac{\pi}{4}$$

ஆகவே, இயக்குத் திறத்தின் அதிகமான மதிப்பு = 78·54%. மேலும் கம்பி வலையில் உள்ளீடில்லாதபொழுது சேமிப்பானில் நேர் மின்திறனும் பூச்சியமாக இருக்கிறது. உள்ளீட்டு மின் னழுத்தம் அதிகமாக அதிகமாக, நேர்மின் திறனும் வெளியீட்டுத் திறனும் அதிகமாகின்றன. அப்பொழுது சேமிப்பானின் வெப்ப மூட்டுத் திறனும் அதிகமாகிறது. அதாவது வெளியீட்டுத் திறன் அதிகமாகும் பொழுது சேமிப்பானின் திறம் அதிகமாகிறது. ஆகவே *A* வகை அமைப்பின் இரு குறைகளையும் இது நீக்கு கிறது. ஆனால் இணை ஒத்திசைவுச் சுற்று வழியையே சுமையாகக் கொள்ளவேண்டும். இல்லையேல் வீச்சு உருச் சிதைவு அதிகமாகிறது. இவ்வமைப்பு கேளலைவெண் பட்டை யில் உபயோகப்படுத்த தள்ளு-இழு மிகைப்பி இணைப்பை உபயோகப்படுத்தலாம்.



படம் 8—4.
தள்ளு—இழு மிகைப்பி



(a) க-வலை வரிவடிவம்

(b) T_1-ன் மின்னோட்ட வரிவடிவம்

(c) T_2-ன் மின்னோட்ட வரிவடிவம்

(d) V_{BB}-ன் மின்னோட்ட வரிவடிவம்

(e) சுமையின் மின்னோட்ட வரிவடிவம்.

படம் 8—5.
தள்ளு இழு மிகைப்பி வரிவடிவங்கள்

படம் 8-5-ல் நமக்கு வேண்டிய வரிவடிவங்கள் காண்பிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவற்றுள் T_1, T_2 என்ற இரு மும்முனையங்களும் ஒரே தன்மையான சிறப்பியல்புகள் உள்ளனவாக இருக்க வேண்டும். மின்மாற்றிகள் இரண்டிலும் ஒரு சுருள் நடு இணைப்பு முனை உள்ளதாக இருக்க வேண்டும். அப்பொழுது T_1-ன் கம்பி வலையில் நேர்மின் அரை அலை வரும்பொழுது T_2-ன் கம்பி வலையில் எதிர் மின் அரைஅலை வரும். இதனால் இரண்டு குழல்களும் மாற்றி மாற்றி சுமையில் மின்னோட்டத்தை அளிக்கும். வெளியீட்டு மின்மாற்றியில் இந்தக் குழல்கள் இணைக்கப்பட்ட விதம் T_1-ன் மின்னோட்டம் சுமையில் நேர்மின் அரைஅலை உண்டாக்கினால் T_2-ன் மின்னோட்டம் எதிர்மின் அரை அலையை உண்டாக்குமாறு உள்ளது. ஆகவே, சுமையில் முழு அலை மின்னோட்டம் ஒழுங்கிசைவு உள்ளதாக வரும். ஆனால் இரு சேமிப்பான்களுக்கும் இடையே என்ன மறுப்பு பிரதிபலிக்குமென்று ஆராய்ந்தால், அது சேமிப்பானுக்கும் நடு இணைப்பு முனைக்கும் இடையே வரும் சுமைக்கு 4 மடங்காகும். ஏனென்றால் ஒரு குழலில் மின்னோட்டமுண்டாகும்பொழுது மறு குழலில் மின்னோட்டமில்லை குழலில் மின்னோட்டமுண்டாகும்பொழுது அது அதிக அளவுத் திறனைச் சுமைக்கு அளிக்க சுமையின் எதிரொலிப்பு மறுப்பு குழலின் அகத் தடைக்கு இரு மடங்காக இருத்தல் வேண்டும் ஆகவே, இரு சேமிப்பான்களுக்கும் இடையே உள்ள மறுப்பு. குழலின் அகத் தடைக்கு 8 மடங்காக அமையும். சுமையின் மறுப்பை நாம் அறிவோம். ஆதலால், மின்மாற்றியின் சுற்று விகிதத்தைக் கணக்கிட்டுக் கொள்ளலாம். இதனால் B வகை அமைப்பின் இயக்குத் திறனுடன் கேளலை எண்பட்டையில் திறன்மிகைப்பியை அமைக்க முடியும்.

தள்ளு இழு மிகைப்பியை A வகை அமைப்பிலும் உபயோகப்படுத்தலாம். வீச்சு உருக்குலைவு வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தின் வீச்சைப் பொறுத்தது. இவ்வுருக்குலைவை ஒரு வரம்புக்குள் அடக்க, வெளியீட்டு வீச்சைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டியிருக்கிறது. தள்ளு இழு பெருக்கியின் வெளியீட்டு மின்மாற்றி அமைப்பைக் கவனித்தால், அதன் அரை மூலச்சுருள்களில் நேர் மின்சாரம் எதிர் முகமாகப் பாய்கிறது. இதனால் ஒன்றின் பலனை மற்றது அழித்துவிடுகிறது. மின்மாற்றியின் உள்ளகத்தைப் பொறுத்தவரை அதில் மின்நிலை காந்தம் இல்லாமலேயே போய் விடுகிறது. ஆகையால் மின்மாற்றியின் உள்ளகத்தில் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பைக் குறைத்துவிடலாம். இதனால் மின்மாற்றியின் விலை குறைந்துவிடுகிறது. அடிப்படை அலைவெண் மின்னோட்டம் மூலச்சுருளின் அரைப்பாகங்களில் மாறி மாறி வருதலால் அவைகளின் காந்த விசைகள் ஒன்று சேருகின்றன.

வீச்சு உருக்குலைவால் வரும் இரண்டாவது, நாலாவது, அதாவது இரட்டைப்படை எண்களாக வரும் அலைவெண் பாகங்கள் ஒன்றை ஒன்று அழித்துவிடுகின்றன. மும்முனையத்தில் முக்கியமாக இரண்டாவது அலைவெண் பாக உருக்குலைவே முக்கியமானது. ஆகவே A வகை அமைப்பில் வெளியீட்டு வீச்சைத் தள்ளு இழு முறை உபயோகித்து அதிகப்படுத்தலாம். வீச்சு அதிகமாவதால் வரும் இரண்டாம் அலைவெண் பாகம் அழிக்கப் படுகிறது. வீச்சு அதிகமானால் திறனும் அதிகமாகிறது. இக் காரணங்களால் தள்ளு இழு பெருக்கியை A வகை அமைப்பிலும், AB வகை அமைப்பிலும் உபயோகப் படுத்துகிறோம்.

உதாரணம்: கம்பி வலையின் மின்னழுத்தம் —11 V-ல் நேர்மின் சேமிப்பான் நிரப்பி. 300 V. மின்னோட்டம் 20 mA கொண்ட திறன் மிகைப்பியின் $\mu = 20$; $r_p = 2500\,\Omega$. இதை A வகைத் தள்ளு இழு திறன் மிகைப்பியாக உபயோகப்படுத்தினால் அதன் இரு சேமிப்பான்களுக்குமிடையே உள்ளமறுப்பைக் கணக்கிடவேண்டும். இந்தத் தடைக்குச் சுமைக்கோடு வரைந்தால் கம்பி வலையின் மின்னழுத்தம் OV-ல் $I_B = 53\ mA$, $V_B = 130\ V$. கம்பி வலையின் மின்னழுத்தம் — 22 V-ல் $I_B = 0$. $V_B = 400 V_B$ ஆகவே, கிரிடில் — 11 வோல்ட் ஒரு சார்புமின்னழுத்தின்மேல் 11V உச்ச வீச்சுள்ள சைன் அலையைக் கொடுத்தால் என்ன திறன் வெளிப்படும்? இதையே B வகை அமைப்பில் உபயோகித்தால் என்ன திறன் கிடைக்கும்?

$$I_{max} = 53\ mA\ ;\quad I_{min} = 0.$$

$$V_{max} = 400\ V\ ;\quad V_{min} = 130\ V.$$

ஒரு குழாயின் மாறுமின் திறன் $= \dfrac{(53 - 0)\,(400 - 130)}{1000 \times 8}$ வாட்

$= 1{\cdot}8$ வாட்

இரு குழாய்களும் சேர்ந்து 3·6 வாட் வரும்.

ஒவ்வொரு குழலுக்கும் சுமையின் தடை $2 \times 2500 = 5000\ \Omega$ என்று காணப்படவேண்டும். ஆகவே இரு சேமிப்பான்களுக்கிடையே 10,000 Ω தடை வரும். கம்பி வலையின் மின்னழுத்தம் — 11 V-லிருந்து O-க்குப் போகும்பொழுது மின்னோட்டம் 20 mA-லிருந்து 53 mAக்குப் போகிறது. அதாவது மின்னோட்ட மாற்றம் 33 mA. ஆனால் — 11-லிருந்து — 22-க்குப் போகும்பொழுது

மாற்றம் 20 mA தான். ஆகவே வீச்சு உருச் சிதைவு உண்டாகிறது. அதன் மதிப்பு $= \frac{I_{max} + I_{min} - 2I_B}{4} = \frac{53 + 0 - 40}{4}$

3·25 mA. அதிக வீச்ச மதிப்பு.

இது தள்ளு இழு இணைப்பினால் வெளியீட்டில் அடிபட்டுப் போகிறது.

நேர்மின் திறன் $= \frac{2 \times 300 \times 20}{1000} = 12$ வாட்

இயக்குத் திறன் $\frac{3{\cdot}6}{12} \times 100 = \mathbf{30\%}$

B வகை அமைப்பில் கொண்டால் சேமிப்பான் நிரப்பி 400 V உள்ளதாகக் கொள்ளவேண்டும். கம்பி வலையின் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் — 22 V ஆகும். ஆகவே க. வலையின் மாறுமின்னழுத்தத்தில் அதிக வீச்சு 22 V ஆகும். இப்பொழுது சுமையின் மின்னோட்டத்தின் ஒருபுற அதிக வீச்சு 53 mA. மின்னழுத்தத்தின் ஒரு புற அதிக வீச்சு 400 — 130 = 270 V.

ஆகவே, திறன் $= \frac{270 \times 53}{2 \times 1000} = \mathbf{7{\cdot}16}$ வாட்

அதாவது A வகை அமைப்புக்குக் கிட்டத்தட்ட இரு மடங்குத் திறன் வருகிறது.

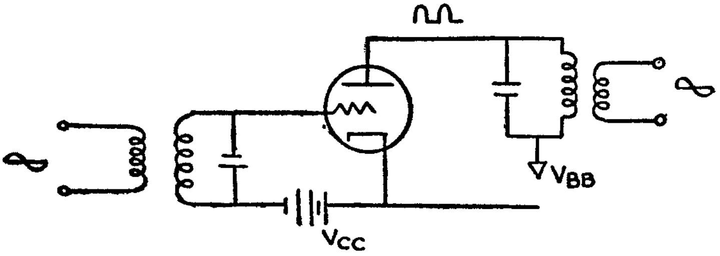
மின்நிரப்பியின் மின்னோட்டம் $= \frac{2 \times 53}{\pi} = 33{\cdot}74\ mA$

நேர்மின் திறன் $= \frac{400 \times 33{\cdot}74}{1000} = \mathbf{14{\cdot}496}$ வாட்

இயக்குத் திறன் $= \frac{7{\cdot}16}{14{\cdot}5} \times 100 = 48{\cdot}7\%$

இயக்குத் திறனை மேலும் கூடுதலாக்க கம்பி வலையை நேர் மின்னழுத்தமாக ஓட்டவேண்டும். அப்பொழுது கம்பி வலையிலும் மின்னோட்டமுண்டாகும். அப்பொழுது 60% வரை இயக்குத் திறன் அடையலாம். ஆனால் மேற்சொன்ன B வகை இணைப்பில் ஒவ்வொரு க. வலைக்கும் 22 V மாறு மின்னழுத்தம் அளிக்க வேண்டியிருக்கிறது.

C வகை அமைப்பையும் கருதலாம். இதில் மின்னோட்டம் 180°-க்கும் குறைவாகப் பாய்வதால் தள்ளு இழு முறையைக் கொண்டும் நாம் வெளியீட்டில் சைன் அலையை அடைய முடியாது. ஆகவே, C வகை அமைப்பை, சுமை இணை ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியாக இருந்தால் மட்டுமே உபயோகப் படுத்த முடியும். ஆனால் இந்த அமைப்பின் மின்னோட்டம் சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் மிகக் குறைவாக இருக்கும்பொழுது தான் உண்டாகிறது. இதனால் சேமிப்பானின் வெப்பமூட்டுத் திறன் குறைகிறது. ஆனால் குறைந்த சேமிப்பான் மின்அழுத்தத்தில் அதிக மின்னோட்டம் உண்டாக்க க. வலையை உமிழ்வானுக்குச்



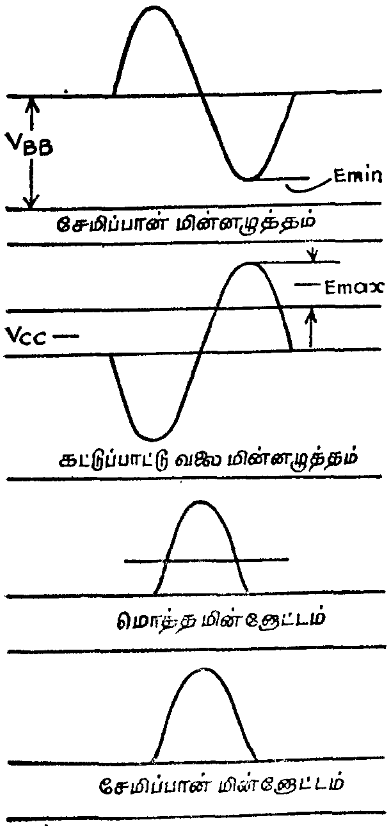
படம் 8—6

C வகை இசைவுச் சுற்றுவழிச் சுமை மின்மிகைப்பி

சிறிது நேர்மின்னாக ஓட்டவேண்டியிருக்கிறது. இதனால் உள்ளீட்டில் சிறிதளவு மின்னோட்டமும் உண்டாகிறது. மின்னோட்டக் கோணத்தை θ_p என்று கொள்ளலாம். θ_p குறைந்தால், வெளியீட்டுத் திறன் குறைகிறது. ஆனால் இயக்குத் திறம் அதிகமாகிறது; உள்ளீட்டுத் திறன் அதிகரிக்கிறது. θ_p அதிகமாக வெளியீட்டுத் திறன் அதிகமாகிறது. ஆனால் இயக்குத் திறம் குறைகிறது; உள்ளீட்டுத்திறனும் குறைகிறது. ஒரே அளவு θ_p -க்கு V_{BB} ஐ அதிகப்படுத்தினால் வெளியீட்டுத் திறன் அதிகமாகும். இயக்குத் திறம் சிறிதளவே குறையும்; ஆனால் உள்ளீட்டுத் திறன் அதிகமாகும். ஆகவே நமக்கு வேண்டியவாறு V_{BE}, θ_p ஆகியவைகளைப் பொறுத்திக் கொண்டு வெளியீட்டுத் திறன் எடுக்கலாம். இதன் இயக்கத் திறம் 50-80% வரை இருக்கும்.

C வகை அமைப்பின் சிறப்பு என்னவென்றால் வெளியீட்டில் நாம் உள்ளீட்டு அலைவெண்ணில் இரு மடங்கு அல்லது பன் மடங்கு அலைவெண் உள்ள மின்னழுத்தத்தை அடையலாம்.

அதற்கு இணை ஒத்திசைவுச் சுற்று வழியை வேண்டிய அலைவெண்ணுக்கு இசைவிக்க வேண்டும். இதற்கு θ_p-ன் மதிப்பு 60° — 100° வரை இருக்க வேண்டும். இதனால் உள்ளீட்டுத் திறன் அதிகமாகிறது. வெளியீட்டுத் திறன் குறைவாகவே இருக்கும்; இயக்கத் திறம் குறைந்து விடும். இதற்கு அலைவெண் பெருக்கி என்பது பெயர். வானொலிப் பொறியியலில் C வகைத் திறன் பெருக்கியும், அலைவெண் பெருக்கிகளும் பரப்பிகளில் உபயோகப்படுகின்றன.



படம் 8—7
C வகை அமைப்பின் வரிவடிவங்கள்

பிரச்சினைகள்

1. ஒரு மும்முனையத்தின் சேமிப்பான் ஏற்கும் திறன் 120 W. இதை A முறை மின்திறன் மிகைப்பியாக 20% இயக்குத் திறனில் உபயோகித்தால் அதன் மாறுமின் திறன் எவ்வளவு?

C வகைத் திறன்பெருக்கியாக 70% இயக்குத் திறனில் உபயோகித்தால் அதன் வெளியீட்டுத் திறன் எவ்வளவு?

நேர்மின் திறனில் 20% வெளியீட்டுத் திறன்.

ஆக, 80%, சேமிப்பான் ஏற்கும் திறன்.

ஆகவே, A வகையில் $120 \times \frac{20}{80} =$ 30 W வெளியீட்டுத் திறன் கிடைக்கும்.

C வகையில் $\frac{7}{3} \times 120 = 280$ W வெளியீட்டுத் திறன்.

2. திறன் மிகைப்பிக் குழலின் $r_p = 2K$. சிறந்த சுமைத் தடையின் மதிப்பு $4K$. $\mu = 5$; இது 2Ω உள்ள ஒலிப்பரப்பிக்கு $1W$ திறனளிக்க வேண்டும். இதன் கம்பி வலை நேர் மின்னழுத்தம், மின் மாற்றியின் சுற்றுத் தகைவு ஆகியவைகளைக் கணக்கிடுக.

மூலத் தடை $= 4000\ \Omega$; துணைச் சுற்றுவழித் தடை $= 2\Omega$

சுற்றுத் தகைவு $= \sqrt{\frac{4000}{2}} = 44{\cdot}7$

4000Ω-ல் $1W$ வர மின்னழுத்தம் $= \sqrt{2 \times 4000}$

$= \pm 89{\cdot}5V$ உச்ச வீச்சு

மின் மிகைப்பு $= \frac{5 \times 4}{6} = \frac{10}{3}$.

ஆக, மின்கம்பி வலையில் உச்ச வீச்சு $= \frac{89{\cdot}5 \times 3}{10} = 26{\cdot}85V$

கம்பி வலை எப்பொழுதும் உமிழ்வானுக்கு எதிர் மின்னழுத்தமாக அமைய வேண்டும். ஆகவே அதன் நிலை நேர் மின்னழுத்தம் $-27\ V$ ஆக இருத்தல் வேண்டும்.

3. மும்முனையம் $\mu = 5$; $r_p = 1000\ \Omega$. மின்மாற்றி மூலம் $4\ \Omega$ தடைக்கு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. உச்சத் திறன் மாற்றத்திற்கு வேண்டிய சுற்றுத் தகைவு என்ன ? கம்பி வலையில் $7{\cdot}07 \sin \omega t$ கொடுக்கப்பட்டால் சுமையில் ஏற்படும் மின்னோட்டம் எவ்வளவு ? சேமிப்பானில் ஏற்படும் மாறு மின்னழுத்தம் எவ்வளவு ?

$r_p = R_L$ உச்சத் திறனுக்கு. ஆகவே மின்மாற்றியின் மூலச் சுருளில் $1000\ \Omega$ தெரிய வேண்டும். ஆகவே சுற்றுத் தகைவு

$= \sqrt{\frac{1000}{4}} = 15{\cdot}8 : 1$

மின்னோட்டம் $= \frac{\mu e}{r_p + R_L} = \frac{5 \times 7{\cdot}07}{2000}$

சுமையில் $\frac{35{\cdot}35}{2} \times 15{\cdot}8\ mA$ உச்சவீச்சு

அல்லது $197\ mA.\ RMS.$

மின்மிகைப்பு $= \frac{\mu R_L}{r_p + R_L} = 2{\cdot}5.$

சேமிப்பானில் மின்னழுத்தம் $=$ மின்மிகைப்பு $\times 7{\cdot}07$ உச்சவீச்சு $= 12{\cdot}5\ V\ RMS$

4. 1MHz வேகைத் திறன் மிகைப்பியில் துணை ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியின் சுருளின் தூண்டம் $200\mu H$. கொண்மி ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழி மறுப்பு தடையாக இருக்க இசைவூட்டப் பட்டிருக்கிறது. கம்பி வலையின் நேர்மின்னழுத்தம் $-240V$. சேமிப்பான் மின்திரப்பி. $1000V$. உள்ளீட்டு மாறு மின்னழுத்தம் $\pm 300V$ உச்ச வீச்சு. சேமிப்பானின் குறைந்த மின்னழுத்தமும் கம்பி வலையின் அதிக மின்னழுத்தமும் ஒரே மதிப்பாக உள்ளன. $I_a = (0{\cdot}6V_a + 3V_g)$ mA. மாறுமின் திறன் சுமையில் எவ்வளவு? சுற்றின் இயக்குத் திறன் எவ்வளவு? ஒத்திசைவுச் சுற்றின் Q எவ்வளவு?

கம்பிவலையின் அதிக மின்னழுத்தம் $= -240 + 300 = +60V$

இதுவே சேமிப்பானின் குறைந்த மின்னழுத்தம் $= 60\ V$

சேமிப்பானில் மாறு மின்னழுத்தத்தின் உச்ச வீச்சு

$= 1000 - 60 = 940\ V$

$$\left.\begin{aligned} V_a &= 1000 - 940 \cos\theta \\ V_g &= -240 + 300\cos\theta \end{aligned}\right\}\ \text{படம் 8·7.}$$

$$I_a = [0{\cdot}6\ (1000 - 940\cos\theta) + 3\ [-240 + 300\cos\theta]]$$

$$= -120 + 336\cos\theta$$

$\cos\theta = \dfrac{120}{336}$ மின்னோட்டம் நின்று விடுகிறது.

$$\theta = 69^\circ = \frac{\theta_p}{2}$$

$$\text{நேர் மின்னோட்டம்} = \frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{\theta_p}{2}} [-120 + 336\cos\theta]\ d\theta$$

$$= \frac{1}{\pi}\Big[-120\,\theta + 336\sin\theta\Big]_0^{69^\circ}$$

$$= \frac{1}{\pi}\left[-120 \times \frac{69}{180} \times \pi + 336 \times \cdot 935\right] = I_{dc}.\ mA.$$

$$\text{மாறு மின்னோட்டம்} = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\theta_p}{2}} [-120 + 336\cos\theta]\cos\theta\ d\theta$$

$$= \frac{2}{\pi}\left[-120\sin\theta + 168\,\theta + 84.\ \sin 2\theta\right]_0^{\frac{\theta_p}{2}}$$

$$= \frac{2}{\pi}\left[-120 \times \cdot 935 + \frac{168 \times 69 \times \pi}{180} + 84 \times \cdot 67\right] = \hat{I}_1\ mA$$

$$\text{மாறு மின்திறன் சுமையில்} = \frac{940 \times I_1}{2 \times 1000} \quad \ldots (1)$$

$$\text{நேர்மின்திறன்} = \frac{1000 \times I_{dc}}{1000.}$$

$$\text{இயக்குத் திறன்} = \frac{940 \times I_1}{2000 \times I_{dc}.} \quad \ldots (2)$$

$$\text{சுமை} = \frac{V_1}{I_1} = \frac{940}{I_1} \times 1000 = R_L$$

$$\omega L = 2\pi \times 10^6 \times 200 \times 10^{-6} = 1242$$

$$Q = \frac{R_L}{1242} \ldots \ldots \ldots (3)$$

[விடை : 44ω, 81% ,8]

5. ஒரு திறன் மிகைப்புக் குழலின் மின்னோட்டம் $(0{\cdot}6\, V_a + 3{\cdot}0\, V_g)\ mA$. சேமிப்பான் நேர்மின் திரப்பி 1000 V; கம்பி வலையின் எதிர் மின்னழுத்தம் 240 V. உள்ளீட்டு மாறுமின்னழுத்தம் 300 V. மின்னோட்டக் கோணம் 140°. வெளியீட்டுத் திறனைக் கணக்கிடுக.

$$V_a = 1000 - V_L \cos\theta.$$

$$V_g = -240 + 300\cos\theta.$$

$$I_a = [0{\cdot}6\,(1000 - V_L\cos\theta) + 3\,(-240 + 300\cos\theta)\,]$$

$$= [-120 - 0{\cdot}6V_L\cos\theta + 900\cos\theta]$$

$$\theta = 70°\ ;\ I_a = 0.$$

$$0 = -120 - 0{\cdot}6V_L \times \cdot 342 + 900 \times 0{\cdot}342$$

$$V_L = \frac{187{\cdot}8}{0{\cdot}6 \times 342} \approx 920\, V \text{ உச்ச வீச்சு}$$

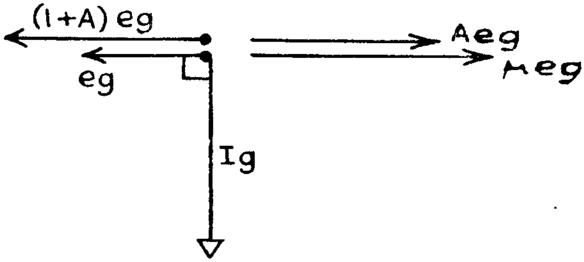
மற்றவை பிரச்சினை 4-ன்படி. விடை 45·9 W.

9. பன்முனையங்கள்

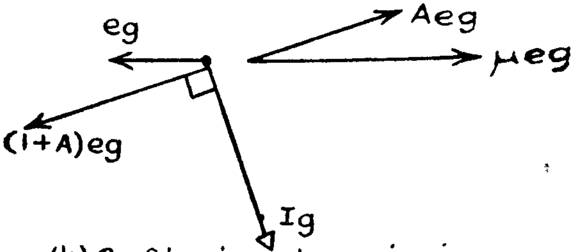
மும்முனையத்தில் இரண்டு குறைகள் உள்ளன. ஒன்று பெருக்கு எண் 100-க்கு மேல் அமைவது கடினம் ; இரண்டாவது குறையை இப்பொழுது கவனிப்போம். மும்முனையத்தில் கம்பிவலையும் சேமிப்பானும் அடுத்தடுத்து இருப்பதால் அவற்றிடையே ஒரு கொண்மி அமைகிறது. இதன் வழியே மாறுமின்சாரம் உள்ளீட்டிலிருந்து வெளியீட்டிற்கோ அல்லது வெளியீட்டிலிருந்து உள்ளீட்டிற்கோ பாயும். இதனால் நிலைபாட்டுக் குலைவு ஏற்படலாம். சுமை தடையாக இருக்கையில் உள்ளீட்டு அலை வடிவமும், வெளியீட்டு அலை வடிவமும் 180° கட்ட வேறுபாட்டுடன் அமைந்திருக்கின்றன. இதனால் கம்பிவலை சேமிப்பான் கொண்மி (C_{ga})-ன் மின்அழுத்த வேறுபாடு $e_g + |e_o|$ ஆகிறது. இதனால் உண்டாகும் மின்னோட்டம் உள்ளீட்டில் கொண்மியின் மதிப்பு $C_{ga}(1+A)$ எனத் தோற்றுவிக்கிறது. சேமிப்பானில் தடைக்குப் பதிலாக மறுப்பிருந்தால் உள்ளீட்டிற்கும் வெளியீட்டிற்கும் உள்ள வேறுபாடு 180°-லிருந்து மாறுபடுகிறது. இதனால் உள்ளீட்டின் மறுப்பு, எதிர்வினைப்பு மட்டுமல்லாமல் தடையும் சேர்ந்து வருகிறது. இதை நேறியம் மூலம் காண்பிக்கலாம்.

படம் 1-ல் இந்த நேறியங்களைக் காணலாம். 1 (a)-ல் கம்பிவலையின் மின்னழுத்தமும் மின்னோட்டமும் 90° கட்ட வேறுபாட்டுடன் இருக்கின்றன. ஆகவே அதன் மறுப்பு, வெறும் எதிர்வினைப்பாகவே உள்ளது. சுமையின் மறுப்பு, தூண்டம் கலந்ததாகஇருப்பின்கம்பிவலையின் மின்னழுத்தம்,மின்னோட்டம் ஆகியவைகளின் கட்ட வேறுபாடு 90°-க்கும் மேலாகிறது. அதாவது சிறிது திறன் சேமிப்பான் சுற்று வழியிலிருந்து உள்ளீட்டுச் சுற்று வழிக்கு வருகிறது. இதனால் உள்ளீட்டின் வீணாகும் திறன் குறைகிறது. வீணாகும் திறன் அதன் தடையில் பாயும் திறன் (I^2R. திறன்)ஆகும். இதன் ஒரு பங்கு சேமிப்பானிலிருந்து வருவதால் உள்ளீட்டு மாறுமின்னாக்கி மற்ற பங்கைக் கொடுக்கவேண்

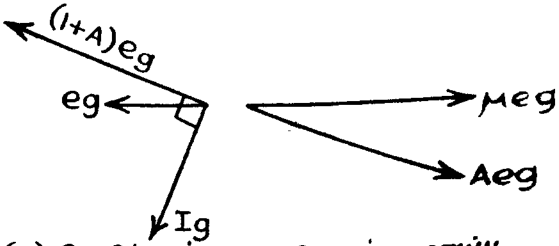
டும். ஆகவே உள்ளீட்டுச் சுருளின் Q அதிகமாகிறது. சேமிப்பானின் சுமை கொண்மத் தன்மையுள்ளதாக இருந்தால், கம்பி வலை



(a) சேமிப்பான் மறுப்பு தடை



(b) சேமிப்பான் மறுப்பு தூண்டம்



(c) சேமிப்பான் தடை கொண்ம மறுப்பு

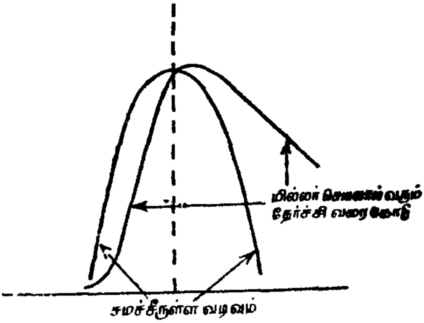
படம் 9—1.

சுமை கொண்மத்தன்மை உள்ளதாயின்

9—1. (a) சேமிப்பான் சுமை வெறும் தடையாக உள்ளது.
9—1. (b) சுமை காந்தத் தூண்டத் தன்மை உள்ளதாயின்
9—1. (c) சுமை கொண்மத் தன்மை உள்ளதாயின்

யின் உள்ளீட்டின் மின்னழுத்தம் மின்னோட்டம் ஆகியவைகளின் கட்ட வேறுபாடு 90°-க்கும் குறைவாகிறது. ஆகவே உள்ளீட்டின் தடை அதிகமாகிறது அல்லது Q குறைகிறது. Q-க்கு ஏற்ற

வாறு இணை ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியின் அலைவெண் தேர்திறன் மாறுபடும். இதனால் பட்டையகலம் ஒத்திசைவதிர்வெண்ணின் இருபுறமும் ஒரேசீராக இராது. ஏனென்றால் இணை ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழி, ஒத்திசைவலைவெண்ணுக்குக் குறைவான அலைவெண் களில் தூண்டத் தன்மை கொண்டது; ஒத்திசைவலை வெண்ணுக்கு அதிகமான அலைவெண்களில் கொண்மத் தன்மை கொண்டது. ஆகவே ஒத்திசைவதிர்வெண்ணுக்கு அருகே கீழ்ப் பாகத்தில் Q அதிகமாகவும் மேல் பாகத்தில் Q குறைவாகவும் ஆகும். இதனால் வெளியீட்டில் அலைவெண் உருக் குலைவும், பக்கப் பட்டை வெட்டுதலும் உண்டாகும். சில சமயங்களில்சேமிப்பானி லிருந்து வரும்திறன் உள் ளீட்டுச் சுற்றுவழியின் முழு வீண் திறனையும் சரிகட்டி விட்டால்,உள் ளீடு இல்லாமலேயே வெளியீடு உண்டாகும் நிலை வரும். அதாவது,



படம் 4—2.
இசைவதிர்வெண்

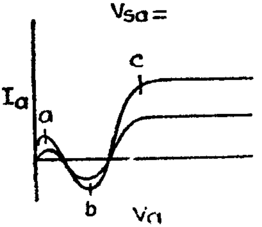
வெளியீடு அது வருவதற்கான உள்ளீட்டை அதுவே கொடுத்து விடுகிறது. அதனால் புறத்து உள்ளீடு கொடுக்க வேண்டிய தில்லை. இதற்கு அலைப்பி என்பது பெயர். நாம் மின்மிகைப்பி யாக வேலை செய்ய ஒரு சுற்றுவழியைக் கட்டி, அது அலைப்பியாக மாறினால் உண்டாகும் குழப்பங்கள் தெளிவாக விளங்கும்.

சேமிப்பான்,கம்பிவலைகளிடையே உள்ள கொண்மியால் உண் டாகும் விபரீதம் இது. ஆகவே இக் கொண்மியின் மதிப்பைக் குறைக்கவேண்டும். இதற்காகச்சேமிப்பானுக்கும் கம்பிவலைக்கும் இடையே ஒரு திரை அல்லது கேடயம் அமைக்க வேண்டும். அப்பொழுது சேமிப்பானின் மின்புலம் கம்பிவலையை அடையாது. ஆகவே C_{ga} குறையும். திரை உருப்படியாக அமைய அதை நிலத்துடன் இணைக்கவேண்டும். ஏற்கெனவே உமிழ்வானும் தரையிணைப்புற்றிருக்கும். இப்பொழுது சேமிப்பானைக் கட்டுப் படுத்தும் வலையிலிருந்து திரையிடுவதால் எதிர்மின்னிகள் சேமிப் பானை அடைய திரையும், வலைக்கம்பியாக இருக்கவேண்டும். இல்லையானால் மின்னணுக்கள் சேமிப்பானை அடையா. அப் பொழுது சேமிப்பானில் மின்னோட்டம் ஏற்படாது. இப்பொழுது சேமிப்பானுக்கும் உமிழ்வானுக்கும் இடையே இரண்டு திரைகள்

ஆகின்றன. ஒன்று கட்டுப்படுத்தும் வலை ; இரண்டாவது திரை வலை. ஆகவே, சேமிப்பானில் மின்புலம் உமிழ்வானை அடையாது. கட்டுப்படுத்தும் வலை எதிர்மின்னழுத்தமாக இருந்து, திரை வலை நில இணைப்புப் பெற்றால் உமிழ்வானருகே ஈர்ப்பு விசையற்று மின்னணுக்கள் நகராமலே இருந்துவிடும். ஆகவே, மின்னோட்டமே ஏற்படாது. மின்னோட்டம் ஏற்படுத்த, திரை வலையை நேர்மின்முனையாக்க வேண்டும். அப்பொழுது திரை வலை, கட்டுப்பாட்டு வலை, உமிழ்வான் ஆகிய மூன்றும் மும்முனையம் போல் செயல்பட்டு மின்னோட்டமுண்டாக்கும் ஆனால் திரை வலைத் தன்மையுடைய தாகையால், எதிர்மின்னிகள் வலையிடுக்குகளில் புகுந்து சேமிப்பானை வந்து அடையும். ஆகவே சேமிப்பானில் மின்னோட்டமுண்டாகும். ஆனால் திரை வலையும் நேர்மின் முனையாக இருப்பதால் அதிலும் சிறிது மின்னோட்டம் ஏற்படும் ஆனால் திரை வலையின் கடத்திப் பரப்பு குறைவாகவே இருப்பதால் அதன் வெப்பந்தாங்கும் திறன் குறைவாகவே இருக்கும். ஆகவே, திரை மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தவேண்டும்.

இந்த நான்முனையத்தின் சிறப்பியல்புகளைக் கவனிப்போம். முக்கியமாக நமக்குச் சேமிப்பான் சிறப்பியல்புகளும், கட்டுப்படுத்தும் வலை, சேமிப்பான் மின்னோட்டப் பரிமாற்றுச் சிறப்பியல்புகளும் வேண்டும். இதில் இரண்டாவதாகச் சொல்லப்பட்ட சிறப்பியல்பு, திரை வலை மின்னழுத்தத்திற்கேற்றவாறு மும்முனையத்தின் சிறப்பியல்பைப் போலவே அமையும்.

சேமிப்பானின் சிறப்பியல்பைக் கவனிப்போம். சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் பூச்சியமாக அல்லது எதிர்மின்னழுத்தமாக இருந்தால், அது மின்னணுக்களைச் சேகரிக்காது. அப்பொழுது அதில் மின்னோட்டமிராது. சேமிப்பான் உமிழ்வானுக்கு நேர்மின் முனையாகும் பொழுது சில மின்னணுக்கள் அதனை வந்தடையும். சேமிப்பானுக்கும் திரை வலைக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளியில் மின்னழுத்தம் குறைந்து கொண்டே வருவதால் மின்னணுக்கள் வேகம் குறைகிறது. சேமிப்பானருகே வரும்பொழுது அவைகளின் வேகம் மிகவும் குறைவத் அவை ஒன்றையொன்று எதிர்த்துச் சலனமற்ற நிலையை அடையும். சலனமற்ற மின்னணுக் குவியல் உமிழ்வான் போலாகிறது. திரை வலையும் சேமிப்பானும் அதினின்றும் மின்னணுக்



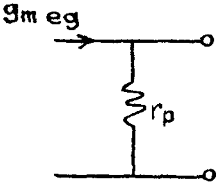
படம் 9—3.
நான்முனையம்

களை ஈர்க்கின்றன. சேமிப்பான் பொறுத்தவரை இந்தமாய உமிழ் வானிலிருந்து மின்னோட்டமிழுப்பது இரு முனையம் செய்கை போலிருக்கிறது. சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்க மின்னணுக்கள் சேமிப்பானை அதிகத் திறனுடன் வந்தடைகின்றன. இந்தத் திறனுள்ள மின்னணுக்கள் சேமிப்பானிலிருந்து துணைமின்னணுக்களை வெளிப்படுத்துகின்றன. இத் துணைமின்னணுக்கள் திரை வலையை நோக்கிச் செல்கின்றன. இதனால் சேமிப்பான் மின்னோட்டம் குறைந்து, திரை வலையின் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது. சேமிப்பான் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்க, மூல மின்னணுக்களின் திறனும் அதிகரித்து அதிகத் துணை எதிர் மின்னணுக்கள் வெளிப்படுகின்றன. ஆக, சேமிப்பான் மின்னோட்டம் குறைந்துகொண்டே '*b*' என்ற குறியிட்ட நிலை வரை இருக்கும். இதற்கு மேல் சேமிப்பான் மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்க அதன் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது. முதலாவது, அதன் மின்னழுத்தம் சிறிது அதிகமாயிருக்கிறது. ஆகவே துணை மின்னணுக்கள் சிறிது தூரத்தில் உள்ள திரை வலைக்குச் செல்வதைவிட அருகிலுள்ள சேமிப்பானிடமே இருந்து விடுகின்றன. இரண்டாவது, மூலமின்னணுச்சக்தி அதிகரிக்க, அது சேமிப்பான்மேல் பரப்பை ஊடுருவிச் சென்று உள்ளே துணை மின்னணுக்களை விடுவிக்கின்றது. இத் துணை மின்னணுக்கள் மறுபடியும் உள்ளிருந்து மேல்பரப்புக்கு வந்து வெளியேற வேண்டும். அவ்வாறு வருவதற்குள் அவைகளின் திறன் குறைந்து சேமிப்பானின் வெளியேற்று ஆற்றலைவிடக் குறைந்து விடலாம். அப்பொழுது அவை வெளியேறமுடியாது. ஆகவே, சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்க, மின்னோட்டம் அதிகமாகி, அதன் அழுத்தம் திரை வலையின் 1·2 பங்கு ஆனவுடன் நிலையான மின்னோட்டம் எய்துகிறது. இதற்குமேல் சேமிப்பான் மின்னழுத்தத்தை அதிகப்படுத்தினால் மின்னோட்டம் அதிகரிப்பதில்லை. இது அறிமுறைக்குடைய முடிவு. ஏனென்றால் சேமிப்பான் உமிழ்வானிலிருந்து முழுமையாகத் திரையிடப்பட்டிருப்பதால் அதன் மின்னழுத்தம் உமிழ்வானில் சூழ் மின்னூட்டத்தை மாற்றுவதில்லை. ஆகையால் மின்னோட்டம் மாறுதலடையாது.

ஆனால் நடைமுறையில் மின்னோட்டம் சிறிதளவு மாறுதலடைகிறது. இதற்குக் காரணங்கள் : ஒன்று, திரை வலையிலிருந்து வரும் துணை மின்னணுக்களைச் சேமிப்பான் ஈர்க்கிறது. இரண்டாவது, திரை வலையின் இடைவெளியின் மின்னழுத்தம் சேமிப்பானால் பாதிக்கப்படுகிறது. அதனால் சூழ்மின்னோட்டம் பாதிக்கப்படும். *C* என்று குறியிடப்பட்ட நிலைக்குமேல் மேல் கூறப்பட்டவை பொருந்தும். ஆகவே, நான்முனையத்தை *C* நிலைக்கு

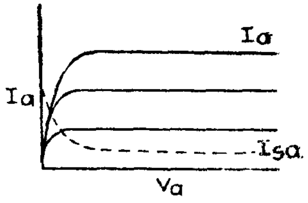
மேல் மின் மிகைப்பியாக உபயோகப்படுத்தலாம். இதன் பெருக்கு எண்ணும் அகத்தடையும் மிக அதிகமான மதிப்பிலிருக்கின்றன. ஆனால் பரிமாற்றுக் கடத்துத் திறன் மும்முனையத்தை விடச் சிறிது குறைவாகவே இருக்கும். ஏனென்றால், மொத்த மின்னோட்டத்தில் 90 — 95% சேமிப்பான் மின்னோட்டமாக வருகிறது. ஆகவே நான்முனையத்தை மின்மிகைப்பியாக உபயோகப்படுத்தும்பொழுது அதன் இணைமாற்றுச் சுற்று வழியை நார்ட்டன் தேற்றப்படி கொள்வது எளிது. இதன்படி அதன் குறுக்கீட்டுச் சுற்று மின்னோட்டம் $g_m\ e_g$. அகத்தடை r_p. (படம் 4).

நாம் ஏற்கெனவே சேமிப்பானின் வெப்பமூட்டுத் திறனைப் பற்றி ஆய்ந்துள்ளோம். நான்முனைக் குழலை C நிலைக்கு மேலேயே செயல்படுத்துவதால் அதன் மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பு அதிகமாகவே இருத்தல் வேண்டும். ஆகவே, அதன் வெப்ப மூட்டுத் திறன் அதிகமாகிறது; அல்லது அதன் வெப்ப மூட்டுத்திறனுக்கு அடங்கியவாறு செயல்படுத்தினால் வெளியீட்டு மாறு மின்னழுத்தம் குறைந்துவிடும்.



படம் 9—4.

நான்முனைக் குழாயின் இணைமாற்றுச் சுற்று.

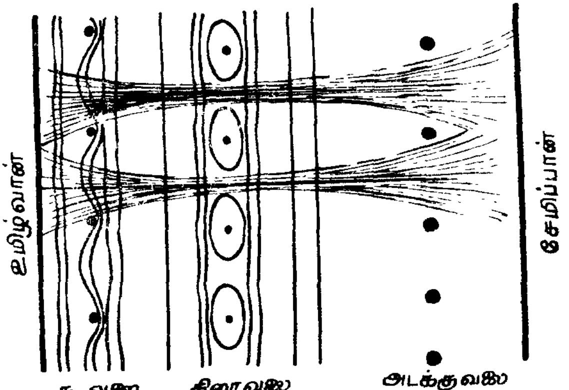


படம் 9—5.

ஐம்முனையம்

இக் குறைகளை நீக்க இரு வழிகள் கடைப்பிடிக்கப் படுகின்றன. ஒன்று, துணை மின்னணுக்கள் பரிமாற்றத்தைத் தவிர்க்கத் திரை வலைக்கும் சேமிப்பானுக்குமிடையே ஒரு மின்னழுத்தத் தாழ்வு உண்டாக்க வேண்டும். இதை மற்றொரு கம்பி வலை மூலம் உண்டாக்கலாம். இக் கம்பி வலை திரை வலைக்கும் சேமிப்பானுக்குமிடையே அடக்கு வலை என்ற பெயருடன் அமையும். அதை உமிழ்வானுடன் இணைத்துவிடுகிறோம். இதற்கு ஐம்முனையம் (பெண்டோடு) என்பது பெயர். அடக்கு வலை, துணை மின்னணுக்களின் பரிமாற்றத்தைத் தடுக்கிறது. ஆனால் இந்த மின்னழுத்தத் தாழ்வு எதிர் மின்னணுக்களை எதிர்த்து அவைகளை அடக்குவலை அருகே நிறுத்தி

விடுகிறது. ஆகவே அடக்கு வலை அருகே மாய உமிழ்வான் ஏற்படுகிறது. ஆகவே சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் 0-விருந்து அதிகமாக, அதன் மின்னோட்டமும் 0-விருந்து (படம் 9-5) அதிகரித்துக் கொண்டே வந்து நிலையான மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. இப்பொழுது சேமிப்பானுக்கும் உமிழ்வானுக்கும் இடையே மூன்று திரைகள் இருப்பதால் அதன் மின்புலம் சிறிதளவு கூட உமிழ்வானின் சூழ் மின்னேற்றத்தைப் பாதிக்காது. ஆகவே அதன் அகத்தடையை எண்ணிலி என்றே கொள்ள வேண்டும். அதே போல் தான் பெருக்கு எண்ணும் அமையும். ஆனால் இப்பொழுது திரை வலைக்கும் சேமிப்பானுக்கும் இடையே ஒரு நிலையான மின் தாழ்வு இருத்தலால் திரை வலை மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது. அது சேமிப்பான் மின்னோட்டத்தில் 20 — 25% இருக்கும். ஆகவே சேமிப்பானின் மின்னோட்டம் அதன் வெப்பமூட்டுத் திறனை மட்டுமல்லாமல் திரை வலையின் வெப்ப மூட்டுத் திறனையும் பொறுத்தே அமைய



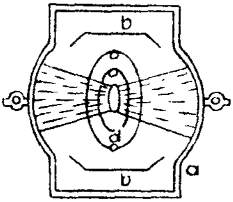
படம் 9—6.

திறன் பெண்டோடின் எதிர்மின்னிப்பாதைகள்

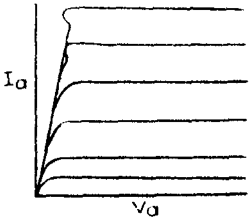
வேண்டும். இது ஒரு பெரிய குறை ஆகும். அழுத்த மின்மிகைப்பிகளில் நாம் இதைப்பற்றிக் கவலைப்பட வேண்டியதில்லை ஆனால் திறன் மின்மிகைப்பிகளில் இதைப் பற்றிச் சிந்தித்தே ஆக வேண்டும். ஆகவே, திரை வலையின் மின்னோட்டத்தைச் சேமிப்பானின் மின்னோட்டத்தின் மிகக் குறைந்த சதவீதமாக்க வேண்டும். இதற்குத் திரை வலையின் கம்பிகள் கட்டுப்பாட்டு வலையின் கம்பிகளின் நிழலிலிருக்குமாறு செய்வது ஒருவழியாகும். அப்பொழுது மின் எதிர்ப்பினால் குறுக்கப்பட்ட மின்னணுக் கதிர்கள்

திரை வலையை அடையும்பொழுது அதிக விரிவடையாமல் திரை வலையைத் தாண்டிப்போய்விடும். அடக்கு வலையின் கம்பிகளின் இடைவெளி அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும் மேலும் அது சேமிப்பானுக்கு மிக நெருக்கத்தில் இருக்கவேண்டும். திரை வலை அடக்கு வலை ஆகியவைகளின் இடைவெளி அதிகமாக இருக்க வேண்டும். இதனால் திரை வலைக்கும் அடக்கு வலைக்குமிடையே மின்புலம் சீராக அமைந்து மின்னணுக்களை நேராகச்சேமிப்பானை நோக்கி அனுப்புகின்றன. அடக்கு வலை, வரும் மின்னணுக் களைக் குவியச் செய்து சேமிப்பானை அடையச் செய்கின்றது. திரை வலையின் மின்னோட்டத்தைப் பற்றிச் சேமிப்பானின் அதிக மின்னோட்ட நிலையில் ஆராயும்பொழுது, குவிந்துவரும் மின் னணுக் கதிர்களின் எதிர்மின்புலம் திரைவலைக் கம்பி இடைகளில் மின்னழுத்தத்தைக் குறைத்து அதிக மின்னோட்டம் ஏற்படாமல் தடுக்கும். இது சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் குறையும்பொழுது, திரை வலை மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும்பொழுது வரும் செயல் ஆகும். இதனால் திரைவலைக்கு ஒருவிதப் பாதுகாப்பு ஏற்படு கிறது

கற்றைத் திறன் குழல் என்பது ஒரு நான்முனைக் குழல். இதில் மேலே திறன் பெண்டோடுக்குச் சொல்லப்பட்ட அமைப்பின் தடுப்பு வலை இல்லை. ஆனால் மின்னணுக் கதிர்களை ஒரு குறுகிய கோணத்தில் பாய்ச்சி அதனால் உண்டாகும் சூழ் மின்னேற்றத் தாலேயே அது மின்னழுத்தத் தாழ்வை ஏற்படுத்திக்கொள்கிறது. அதன்சிறப்பியல்பு வரிவடிவங்களை நோக்கினால் ஐம்முனையத்தில்



படம் 9—7 (a)
கற்றைத் திறன் கருவி
(*a*) சேமிப்பான்
(*b*) குவிப்பலகை
(*c*) திரை வலை
(*d*) கட்டுப்பாட்டு வரை

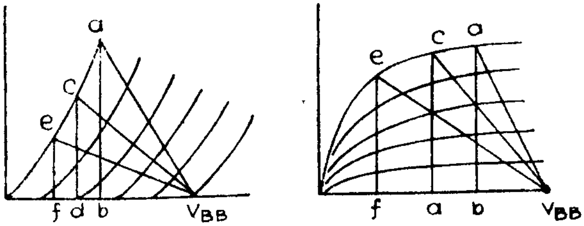


படம் 9—7 (b)
கற்றைத்திறன குழாய

படம் 9—7 கற்றைத் திறன் குழல

வரும் வளைந்த நிலைமாற்ற பாகம் இல்லாமல் அதிக மின்னோட்டங் களில் நிலைமாற்றம் திடீரென ஏற்படுவது தெரியும். படம் 7-ல்

a எனக் குறியிடப்பட்டிருக்கிறது. இதனால் நிலையான சிறப்பியல்பு ஐம்முனையத்தில் 50வோல்ட் வரை என்றால் கற்றைத் திறன் குழலில் 20-30 வோல்ட்டிலிருந்தே துவங்குவதைக் காணலாம். திறன் மிகைப்பிகளை ஆராயும்பொழுது V_{min} என்று குறிப்பிட்டோம். V_{min} குறையக் குறைய இயக்குத் திறம் அதிகரிக்கிறது. ஆகவே, ஐம்முனையத்தின் இயக்குத் திறம் மும்முனையத்தில் கிடைப்பதைவிட அதிகம். கற்றைத் திறனின் இயக்குத் திறம் ஐம்முனையத்தில் கிடைப்பதைவிட அதிகம். ஆனால் இவைகளின் சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் நடைமுறைச் செயலில் குறையும்பொழுது அதன் மின்னோட்டம் குறைவதில்லை. இதனால் மும்முனையத்தில் சுமைத்தடையை அதிகரிப்பதால் கிடைக்கும் நன்மையான குறைந்த வீச்சு உருக்குலைவு இக்குழல்களில் கிடைப்பதில்லை. இவைகளை உபயோகிக்கும் பொழுது வெளியீட்டில் வீச்சு உருக்குலைவு அதிகமாகிறது. ஆனால் அதேசமயத்தில் வெளியீட்டுத் திறனும் அதிகமா

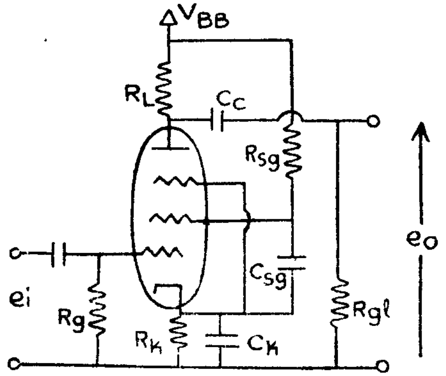


படம் 9—8.

திறன் ஆய்தல்

கிறது [மின்னோட்டம் குறையாததால்]. வெளியீட்டுத் திறன் $\frac{(V_{max} - V_{min})(I_{max} - I_{min})}{8}$ என்று கூறினோம்; அதாவது, முக்கோணங்கள் $V_{BB}\,ab$, $V_{B3}\,cd$, $V_{BB}\,ef$ ஆகியவைகளின் பரப்புகளில் கால்பாகம். மும்முனையத்தின் சிறப்பு இயல்புகளைக் கவனித்தால் சுமை அதிகமாக ஆக, முக்கோணத்தின் உயரம் குறைகிறது. அடித்தளம் சிறிது அதிகரிக்கிறது. ஆகவே ஏதோ ஒரு சுமை மதிப்பில் திறன் அதிக மதிப்பை அடைகிறது. ஐம்முனையத்தில் சுமை மாறுவதால் உயரம் மாறுவதில்லை. அடித்தளமே மாறுகிறது. ஆகவே V_{min} ஐ 30—50 வோல்ட்டில் வைத்து சுமையின் மதிப்பு, $\frac{V_{BB} - V_{min}}{I_{max}}$ என்று கணக்கிட்டு விடலாம். மாறுமின் வெளியீட்டுத் திறன் $g_m^2 \cdot e_g^2 \cdot R_L$. மும்முனையத்தில்

$\frac{g_m^2 e_g^2 R_L}{(r_a + R_L)^2}$. ஆகவே ஐம்முனையத்தில் மின்திறன் அதிகமாகவே இருக்கும்.



படம் 9—9.

ஐம்முனைய மின்மிகைப்பியின் சுற்றுவழிப படம்

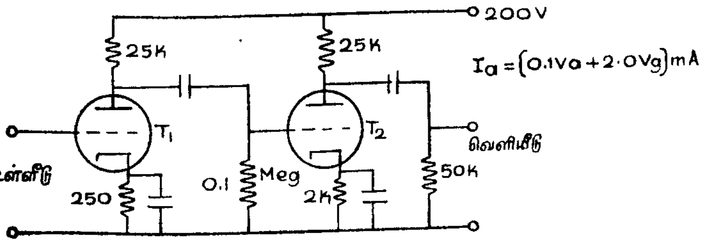
படல் 9-ல் ஐம்முனைய மின்மிகைப்பியின் படம் வரையப்பட்டிருக்கிறது. இதில் சூடாக்கிக் காட்டப்படவில்லை. அதற்கு மாறு மின்சாரம் அளிக்கப்படும். மற்ற நேர்மின் நிரப்பிகளை முறையே கட்டுப்பாட்டு வலைக்கும், திரை வலைக்கும் சேமிப்பானுக்கும் அளிக்கவேண்டும். இதற்காக மூன்று தனித்தனி மின்கலங்களை உபயோகிப்பதற்குப் பதில் ஒரே மின் நிரப்பியில் இம்மூன்று மின் நிரப்பிகளையும் அடையும் வழி காட்டப்பட்டிருக்கிறது. முதலில் R_K ஐ எடுத்துக்கொள்வோம். அதில் ஓடும் மினேட்டம், சேமிப்பான், திரை வலை ஆகியவைகளில் ஓடும் மின்னேட்டங்களின் கூட்டுத் தொகை ஆகும். A வகை அமைப்பில் மின் மிகைப்பிஅமையும் பொழுதுஇந்தக் கூட்டுத்தொகை கிட்டத்தட்ட மாறுமலிருக்கும். கம்பிவலையின் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் V_{cc} என்றால் I_k. $R_k = V_{cc}$ என்று செய்து R_L-ன் மதிப்பு $\frac{V_{cc}}{I_k}$ என்று கணக்கிட்டுக் கொள்ளவேண்டும். இதில் $I_k = I_{sg} + I_a$. ஆக, உமிழ்வான் இப்பொழுது நில இணைப்புக்கு V_{cc} நேர்மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும். நிலவிணைப்பு R_g மூலம் க. வலைக்கு இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆகவே கம்பி வலை உமிழ்வானுக்கு V_{cc} எதிர் மின்னழுத்தமாக இருக்கிறது. இதற்குத் தன்னுரு சார்பு கொள்ளுதல் முறை என்பது பெயர். இம் முறை A வகை மின் மிகைப்பி,திறன் மிகைப்பி ஆகியவைகளில் உபயோகப்படுகிறது.

அதே போல் திரை வலையின் நேர் மின்னழுத்தம் V_{sg} என்று கொள்வோம். அதன் நேர் மின்னோட்டம் I_{sg} ஆனால்

$V_{SB} = I_{sg} . R_{sg} + V_{sg}$; அல்லது $R_{sg} = \frac{V_{BB} - V_{sg}}{I_s^g}$.

இதிலிருந்து R_{sg} ஐக் கணக்கிட்டுக் கொள்ளலாம். ஆனால் மாறு மின்னோட்டங்கள் இந்தத் தடைகள் வழியே பாய்ந்தால் அவைகளில் உண்டாகும் மாறு மின்னழுத்தம் மின்பெருக்க எண்ணைக் குறைக்கும். உதாரணமாக, உள்ளீட்டில் உள்ள e_i சேமிப்பானிலும் திரை வலையிலும் i_a; i_{sg} என்ற மாறு மின்னோட்டங்களை உண்டாக்கட்டும். இதனால் R_k-ல் $(I_a + I_{sg})$ R_k என்ற மாறு மின்னழுத்தம் உண்டாகும். அதன் மின்குறி e_i ஐ எதிர்ப்பதாக இருக்கும். ஆகையால் உள்ளீட்டின் செயலுரு மின்னழுத்தம் குறையும். இரண்டாவது திரை வலையில் உண்டாகும் I_{sg} R_{sg} என்ற மாறு மின்னழுத்தம் திரைவலை மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கும். இதைக் கட்டுப்பாட்டு வலைக்கு மாற்றினால் $-\frac{I_{sg} R_{sg}}{\mu_s}$ என்று வரும். இதன் மின்குறியும் உள்ளீட்டின் செயலுரு மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கும். ஆகையால் மின் இலாபம் குறைகிறது. இதனைத்தடுக்க C_{sg}, C_k என்கிற கொண்மிகளை உபயோகிக்கிறோம். இவைகளின் மறுப்புகள் மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். இதனால் மாறு மின்சாரத்திற்கு உண்டாகும் மறுப்பு குறைந்து, எதிர் மின்னழுத்தங்களும் மிகக் குறைந்துவிடும். இரண்டாவது,இவை மாறு மின்சாரம் பொறுத்த வரை திரை வலையும், உமிழ்வானும் நில இணைப்புடையனவாக ஆகிவிடுகின்றன.

உதாரணம் 1 :



படம் 9—10

படம் 10-ல் காட்டப்பட்ட மும்முனைக் குழல்களின் சிறப்பியல்புகள் $I_a = 0.1\ V_a + 2.0\ V_g\ mA$. இதில் V_a-ம் V_g-ம் வோல்ட்டில்

கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இதன் மொத்த மின்னழுத்த இலாபத்தையும் இரு சேமிப்பான்களுக்குமிடையே உள்ள அதிக, குறைந்த மின்னழுத்த வேறுபாடுகளையும் கணக்கிடவேண்டும். உள்ளீடு 0·25 V அதிக வீச்சுள்ள மாறு மின்சார அலையாகக் கொள்வோம்.

விடை : முதல் குழலை எடுத்துக்கொள்வோம். அதன் மின்னோட்டம் I_{a1} என்றால்,

$$I_{a1} = 0\cdot1\,[200 - I_{a1}\,25 - I_{a1}\,0\cdot25]$$

$$+ 2\cdot0\,[-0\cdot25\,I_{a1}\,]$$

$$= 20 - I_{a1}\,[2\cdot525 + 0\cdot5]$$

$$4\cdot025\,I_{a1} = 20\,;$$

$$I_{a1} = \frac{20}{4\cdot025}\,mA \approx 5\,mA.$$

மின்னழுத்த இலாபம் $= \dfrac{\mu R_L}{r_p + R_L}$; இதில் R_L 25 $K\Omega$-ம் 100 $K\Omega$-ம்.

இணைந்திருக்கும் கலப்பு. அதன் மதிப்பு $\dfrac{25 \times 100}{125} = 20\,K\Omega.$

குழலின் $\mu = 20$; $r_p = 10\,K\Omega.$

$$A = \frac{20 \times 20}{10 + 20} = 13\cdot33.$$

இரண்டாவது குழல் ;

$$I_{a2} = 0\cdot1\,[200 - 27\,I_{a2}] - 2 \times 2\;I_{a2}$$

$$7\cdot7\,I_{a2} = 20.$$

$$I_{a2} = \frac{20}{7\cdot7} \approx 2\cdot6\,mA.$$

$$\text{மின்னழுத்த இலாபம்} = \frac{20 \times 50/3}{10 - 50/3} = \frac{1000}{80}$$

$$= 12\cdot5$$

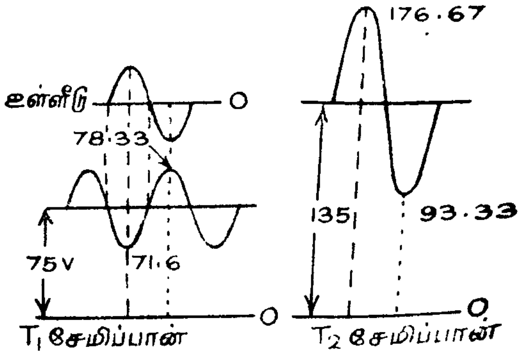
முதல் குழலின் சேமிப்பான் நேர்மின்னழுத்தம்

$$= 200 - 25 \times 5 = 75V.$$

மாறு மின்னழுத்தம் $= \frac{40}{3} \times \frac{0 \cdot 5}{3} = 3 \cdot 33\ V$ அதிக வீச்சு..

இரண்டாவது குழலின் சேமிப்பான் நேர் மின்னழுத்தம்
$= 200 - 2 \cdot 6 \times 25 = 135\ V.$

மாறு மின்னழுத்தம் $= \frac{20}{3} \times \frac{25}{2} = 41 \cdot 67\ V$ அதிக வீச்சு..



படம் 9—10 (*b*)

மொத்த இலாபம் $= \frac{83 \cdot 33}{0 \cdot 5} = \mathbf{166 \cdot 67}$

அதிகப் பட்ச வித்தியாசம் $= 176 \cdot 67 - 71 \cdot 67 = \mathbf{105}\ V$

குறைந்த பட்ச ,, $= 93 \cdot 33 - 78 \cdot 33 = \mathbf{15}\ V$

உதாரணம் 2 :

ஐம்முனையத்தின் $g_m = 2mA/V$; $r_p = 100\ K$. சுமை 100 μH தூண்டம். அதன் தடை 10 Ω. இதற்கு இணையாக 100$\mu\mu F$ கொண்மி. (*a*) மின்மிகைப்பியின் அதிக இலாபம் (*b*) பட்டை அகலம் (*c*) பட்டையகல முனை அலைவெண்கள் ஆகியவைகளைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

இணை ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியின் அதிகமான மறுப்பு
$= \omega_o LQ$

$$= \frac{L}{C_r} = \frac{100 \times 10^{-6}}{100 \times 10^{-12} \times 10} = 10^5 \Omega$$

$r_p = 10^5 \Omega$; ஆகவே இவைகளின் இணைத்தடை
$= 5 \times 10^4\ \Omega.$

A = மின்னழுத்த இலாபம் $= g_m R_{eq}$.

$= 2 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{4} = \mathbf{100}.$

ஒத்திசைவு மறுப்பு $= \omega_o L Q = \dfrac{Q^2}{r}$; $\left(Q = \dfrac{\omega_o L}{r}\right)$

$$\therefore \quad Q = \frac{5 \times 10^4}{\omega_o L} = \sqrt{\frac{C}{L}} \times 5 \times 10^4.$$

$$= \frac{5 \times 10^4}{1000} = \mathbf{50}$$

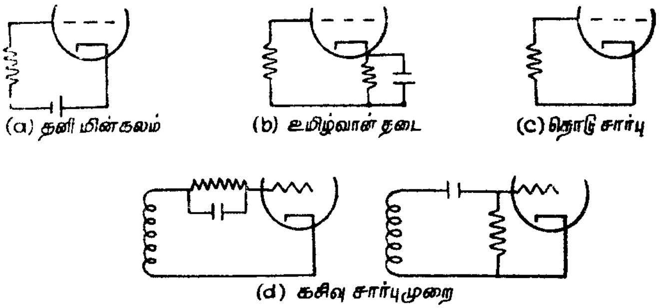
$$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 10^7 \; rad \; ; \; f_o = 1{\cdot}59 \;\; \text{MHZ}$$

$$f_1 = f_0 \left(1 - \frac{1}{2Q}\right) \qquad\qquad f_2 = f_0 \left(1 + \frac{1}{2Q}\right)$$

$$= 1{\cdot}59 - {\cdot}0159 \qquad\qquad f_2 = 1{\cdot}59 + 0{\cdot}0.59$$

$$f_1 = 1{\cdot}574 \text{ MHz} \qquad\qquad f_2 = 1\ 606 \text{ MHz}$$

இந்த அத்தியாயத்தை முடிக்கும் முன், மற்றும் இரு வகைகளில் கட்டுப்பாட்டு வலைக்கு ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் உண்டாகும் முறைகளை ஆராயலாம். அதிகப் பெருக்கு எண் உள்ள சில மும்முனையங்களில் மிகச் சிறிதளவு உள்ளீட்டு மின்னழுத்தமே அளிக்கப்படும். ஆகவே அவைகளின் க. வலைக்கு மிகச் சிறி



படம் 9—11

தொடு சார்பு முறை கசிவுச் சார்பு முறை

தளவு ஒரு சார்பு மின்னழுத்தமே வேண்டியிருக்கும். துணைச் சூடாக்கி உமிழ்வான்களில் கட்டுப்பாடு வலை O சார்பிலிருந்தாலும் அதில் சிறிது மின்னோட்டமுண்டாகும். இம் மின்னோட்ட

தைப் பெரிய தடையில் பாயச் செய்தால், அதனால் கம்பி வலையில் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் உண்டாகும். இந்தத் தடை 10 மெக் (Meg அதாவது 10^7 ஓம்) மதிப்பிருக்கும். இதற்குத் தொடு சார்பு மின்னழுத்தம் என்பது பெயர்.

சில சமயங்களில் கம்பி வலையின் நேர் மின்னழுத்தம் அதனுள் வரும் மாறுமின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறு அமைய வேண்டியிருக்கும். இதை அலைப்பி, கம்பிவலைக் கசிவு பகுப்பு முறை ஆகியவற்றில் உபயோகிப்போம் அதற்குக் கம்பிவலையில் ஒருதடையும் ஒரு சிறிய கொண்மமுடைய கொண்மியை உபயோகப்படுத்துகிறோம். கபிம்வலை நேர்மின் ஆகையால் அதில் மின்னோட்டமேற்படும். கொண்மியின் தேக்கத் திறன் குறைவாக இருத்தலால் அது விரைவில் மின்னேற்றங்கொண்டு கம்பி வலைச் சார்பு மின்னழுத்தத்தை அதிகமாக்கி, மின்னோட்டத்தை நிறுத்துகிறது. இப்பொழுது கொண்மியிலுள்ள மின்னேற்றம் நிதானமாக கம்பி வலையின் கசிவுத் தடையில் பாய்ந்து அதன் மின்னேற்றத்தைக் குறைத்துக் கொள்கிறது. இதில் மின்னேற்றம் விரைவில் நடப்பதால் கம்பி வலையின் சார்பு மின்னழுத்தம் அதன் உள்வரும் மாறு மின்னழுத்தத்தின் உச்ச வீச்சின் மதிப்பாக இருக்கும். வீச்சு குறைந்தால் கொண்மி சிறிது நிதானமாகவே அவ்வீச்சைப் பின்பற்றும். ஆனால் வீச்சு அதிகமானால் உடனே பின்பற்றி விடும்.

பிரச்சினைகள்

1. ஓர் ஐம்முனைக் குழலின் பரிமாற்றுக் கடத்துத் திறன் அதன் சேமிப்பான் மின்னோட்டத்திற்கு நேர்விகிதமாக உள்ளது. சேமிப்பான் மின்னோட்டம் $5mA$ இருக்கும் பொழுது g_m $2{\cdot}5mA/V$. சேமிப்பான் நேர் மின் நிரப்பியின் மின்னழுத்தம் 300 V. சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் 100 V. இதன் உச்ச மின் மிகைப்பு எவ்வளவு? வெளியீட்டு துணைக் கொண்மம் $50pF$ இருக்கும் பொழுது 100 KHz-ல் நடுமின்மிகைப்பின் $\frac{1}{2}$ அளவு மின் மிகைப்பு உண்டானால் தடையின் மதிப்பென்ன? $r_p >> R_L$

தடையில் மின்னழுத்தம் $= 300 - 100 = 200\ V$

தடையில் மின்னோட்டம் $= 5\ mA.$

ஆகவே, தடையின் மதிப்பு $= \dfrac{200 \times 1000}{5} = 40\ K.$

உச்ச மின் மிகைப்பு $= 40 \times 2{\cdot}5 = 100$

நடு அலைவு மின் மிகைப்பு $= g_m R_L$

உயர் அலைவு மின் மிகைப்பு $= \dfrac{g_m R_L}{\sqrt{\omega^2 C_o R_L{}^2 + 1}}$

$\therefore \quad \omega^2 C_o{}^2 R_L{}^2 + 1 = 4.$

$$R_L = \frac{\sqrt{\;}}{\omega C_o} = \frac{\sqrt{3 \times 10^{12}}}{2\pi \times 10^5 \times 50} = \frac{\sqrt{3} \times 10^5}{\pi} = 55\,K$$

2. ஓர் ஐம்முனையத்தின் $g_m = 8mA/V$. சுமைத்தடை $2000\,\Omega$. இணைப்புக் கொண்மம் $0{\cdot}005\ \mu F$. கம்பி வலைக் கசிவுத் தடை $\frac{1}{2}\ M\Omega$. இதற்கு இணையாக C என்னும் கொண்மமுள்ளது. 50 Hz, 100 KHz-இவைகளில் இதன் மின் மிகைப்பு என்ன? 5M Hz லும் 50 Hz லும் ஒரே மின் மிகைப்பு அமைய C-ன் மதிப்பு என்ன?

$$Req = \frac{200 \times 500000}{502000} \approx 2000\ \Omega.$$

நடுப்பட்டை அலைவு மின் மிகைப்பு $= \dfrac{2000 \times 8}{1000} = 16$

50 Hz-ல் $\dfrac{16}{\sqrt{\left(\dfrac{1}{\omega C_c R_g}\right)^2 + 1}}$

$$= \frac{16}{\sqrt{1 + \left(\dfrac{10^6}{2\pi \times 50 \times {\cdot}005 \times 0{\cdot}5 \times 10^{6}}\right)^2}}$$

$$= \frac{16}{\sqrt{2{\cdot}62}} \approx 9{\cdot}9$$

5M Hz-ல் $\dfrac{16}{\sqrt{(\omega C_o R)^2 + 1}} = 9{\cdot}9;\ \omega C_o R = \sqrt{\left(\dfrac{16}{9{\cdot}9}\right)^2 - 1}$

$= 1{\cdot}272$

$$C_o = \frac{1{\cdot}272}{2\pi \times 5 \times 10^6 \times 2000} = 20{\cdot}2pF$$

3. ஐம் முனையம் மின்திறன் மிகைப்பியாக உபயோகப்படு படுகிறது. சுமை $15\,\Omega$. இணைக்கும் மின் மாற்றியின் சுற்றுத்

தகைவு 20 : 1. (a) எந்தச் சேமிப்பான் மின்னோட்டம் 9 *W* சேமிப்பான் ஏற்கும் திறன் தரும் ? மின்மாற்றியிணைப்பாதலால் சேமிப்பான் அழுத்தமும் மின்நிரப்பி அழுத்தமும் ஒன்றுகக் கொள்ளலாம். மின் நிரப்பி அழுத்தம் 250 *V*. 9*W* ஏற்கும் திறன் கொடுக்கும் மின்னோட்டம் $\frac{9}{250} = 36\ mA$. இதைக் கொடுக்கும் மின்கம்பி வலையின் அழுத்தம் = — 16*V*. சேமிப்பான் 34 *V* அழுத்தத்தில் கம்பி வலையின் அழுத்தம் —1*V* ஆகும்பொழுது சேமிப்பான் மின்னோட்டம் 72 *mA*. வெளியீட்டுத் திறன்

$$\frac{(250 - 34)\ (72 - 36)}{2 \times 1000} = \frac{216 \times 36}{2000} = 3{\cdot}888 \text{ வாட்.}$$

$$\text{இயக்குதிறன்} = \frac{3{\cdot}888}{9} = 4{\cdot}32\%$$

4. ஓர் இணை ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழி மின் மிகைப்பியின் தூண்டம் 250μH; தடை 12Ω; கொண்மம் 300*pF*. குழலின் $g_m = 2mA/V r_p = 100\ K$. இம் மின் மிகைப்பியின் உச்ச மின் மிகைப்பு, குணங்காட்டி, பட்டையகலம் ஆகியவைகளை ஆராயவும்.

$$\text{இணை ஒத்திசைவு அலையில் தடை} = \frac{L}{Cr}$$

$$= \frac{250 \times 10^{-6}}{300 \times 12} \times 10^{12} = 69500$$

$$r_p\text{-யுடன் இணைந்த தடை} = \frac{69500 \times 100000}{169500} = 41000$$

$$Q^2 = \frac{R}{r} = \frac{41000}{12} = 3417; \quad Q = 56{\cdot}6$$

$$\text{உச்ச மின்மிகைப்பு} = 2 \times 41 = 82$$

பட்டையகலம் கணக்கிட இசைவுச்

$$\text{சுழல் நிகழ்ச்சி } \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

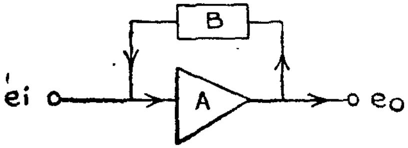
$$= \frac{1}{2\pi\sqrt{250 \times 10^{-6} \times 300 \times 10^{-12}}} = 620 \text{ KHz}$$

$$\text{பட்டை யகலம்} = \frac{620000}{56.6} = 15000 \text{ Hz}$$

10

10. பின்னூட்ட மிகைப்பியும் அலைப்பியும்

அத். 7-ல் ஒரு மின்மிகைப்பியை (1) அதிக மின்னழுத்த இலாபத்தின் மதிப்பு, (2) கீழரைத் திறன் அலைவெண், (3) மேலரைத் திறன் அலைவெண், (4) உள்ளீட்டுத் தடை, (5) வெளியீட்டு அகத்தடை ஆகிய இவ்வைந்து பண்பளவைகளைக் கொண்டு மதிப்பிட வேண்டும் என்று கூறினோம். கடைசி அலகில் திறன் மிகைப்பியிருப்பின் அதன் வீச்சு உருக் குலைவு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குள் இருக்க வேண்டும் என்கிற நிபந்தனையும் கூட வரும். சில நேரங்களில் அலகுச் சேர்க்கைகளால் எல்லா நிபந்தனைகளையும் சரிக்கட்ட முடியாமல் போய்விடும். இந்த வேளையில் எதிர்ப் பின்னூட்ட முறை நமக்கு இந்த நிபந்தனைகளைச் சரிக்கட்ட மிகவும் உதவுகிறது.



படம் 10—1

பின்னூட்ட மிகைப்பி நிகழ்வெண் செவ்வகப் படம்

படம் 1-ல் பின்னூட்ட மிகைப்பியின் நிகழ்வெண் செவ்வகப் படம் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. வெளியீட்டு e_o-ன் β பாகம் உள்ளீட்டு e_i உடன் சேர்க்கப்பட்டு மிகைப்பியின் உள்ளீட்டை அடைகிறது.

ஆக $(e_i + \beta e_o) A = e_o$ ...... (1)

அல்லது $A_f = \frac{e_o}{e_i} = \frac{A}{1 - A\beta}$ ...... (2)

பின்னூட்டத்துடன் உள்ள மிகைப்பியின் இலாபம், பின்னூட்டமற்ற மிகைப்பியின் இலாபத்தின் $\frac{1}{1 - A\beta}$ பங்காகும். இதில் $A\beta$ ஒன்றைவிட மிகப் பெரியதானால்.

$$A_f \approx -\frac{1}{\beta} \qquad \ldots\ldots \quad (3)$$

அதாவது பின்னூட்ட மிகைப்பியின் இலாபம் நடுவில் வரும் மின்மிகைப்பியின் இலாபத்தில் சார்பற்று, பின்னூட்டச் சிலையை மட்டுமே சார்ந்து நிற்கும். சாதாரணமாக, எதிர்ப் பின்னூட்டமே அளிக்கப்படும். அதனால் பின்னூட்ட மிகைப்பியின் இலாபம் குறைந்துவிடும். ஆனால், இதனால் பல நன்மைகள் உள்ளன.

1. பின்னூட்ட மிகைப்பியின் இலாபம் அதனுள் வரும் மின் மிகைப்பிகளின் இலாபங்களை அதிகம் சார்ந்திராது. முக்கியமாக, நாட்பட்ட குழல்கள், மற்றத் தடை, கொண்மி ஆகியவைகளின் சிறப்பியல்புகள் மாறுதலடையும். மேலும் வெப்பம், ஈரம் ஆகியவைகளாலும் அவை மாறுதலடையும். இதனால் மின் மிகைப்பியின் இலாபமும் மாறுதலடையும். எதிர்ப் பின்னூட்ட முறையால் இம் மாறுதல்களைக் குறைக்க முடியும். கணித ரீதிப்படி

$$A_f = \frac{A}{1 - A\beta}$$

$$dA_f = \frac{[(1 - A\beta) + A\beta]\, dA}{(1 - A\beta)^2} = \frac{dA}{(1 - A\beta)^2}$$

$$\therefore \quad \frac{dA_f\,(1 - A\beta)}{A} = \frac{dA}{A\,(1 - A\beta)}$$

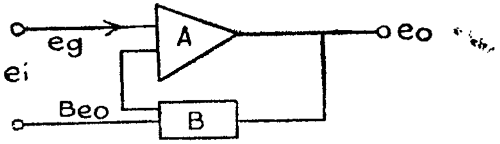
$$\therefore \quad \frac{dA_f}{A_f} = \frac{dA}{A} \cdot \frac{1}{(1 - A\beta)} \qquad \ldots\ldots \quad (4)$$

அதாவது பின்னூட்ட மிகைப்பியின் மிகைப்பு மாறுதல் அதனுள் அடங்கிய மின்மிகைப்புகளின் மிகைப்பு மாறுதலின் $\frac{1}{1 - A\beta}$ பாகமேயாகும்.

2. பின்னூட்ட அழுத்தத்தை உள்ளீட்டிற்குத் தொடராகவோ இணையாகவோ கொடுக்கலாம். தொடராகக் கொடுத்தால்

$e_g = e_i + \beta\, e_o$

e_g ஐக் கொடுப்பதால் மின்மிகைப்பி உள்ளீட்டின் மறுப்பால் I_g என்ற மின்னேட்டமுண்டாகிறது. ஆனால் நாம் கொடுக்கும்



படம் 10—2

தொடர் பின்னூட்டம்

உள்ளீடு e_i. ஆகவே $\frac{e_i}{I_g}$ என்ற மறுப்பையே நாம் காண்கிறோம். மிகைப்பியின் உள் மறுப்பு R_g ஆனால், நாம் காணும் மறுப்பு

$$\frac{e_i}{I_g} = \frac{e_g - \beta e_o}{I_g} = \frac{e_g(1 - A\beta)}{I_g} = R_g(1 - A\beta) \ldots\ldots \quad (5)$$

β எதிர்த் திசையாகும்பொழுது இந்த மறுப்பு அதிகமாகிறது. இணையாகக் கொடுத்தால் மறுப்பு மிகக் குறைந்துவிடும்.

3. வெளியீட்டின் அக மறுப்பு: மின்மிகைப்பியின் அக மறுப்பை R_o என்று கொள்வோம். இதை அளக்க, உள்ளீட்டைக் குறுக்கீடிட்டு வெளியீட்டில் ஒரு மாறு மின்சார அழுத்தமுண்டாக்கி, அதனுல் வரும் மின்னேட்டத்தைக் கவனிப்போம். மின்னழுத்தம் ÷ மின்னேட்டம் நமக்கு அக மறுப்பைத் தரும். பின்னூட்ட மிகைப்பியில் e_i ஐக் குறுக்கீட்டிணைத்து, வெளியீட்டில் e_o கொடுத்தால் பெருக்கியில் βe_o என்ற மின்னழுத்தம் வந்து, வெளியீட்டில் $A\beta e_o$ என்ற மின்னழுத்தம் உண்டாகும். இது e_o ஐ எதிர்க்கும். ஆகவே மின்னேட்டம் $\frac{e_o - A\beta e_o}{R_o}$

$$= \frac{e_o}{R_o}(1 - A\beta) \qquad \ldots\ldots \quad (6)$$

ஆகவே, இப்போதைய அக மறுப்பு $= \frac{R_o}{1 - A\beta}$ ஆகும்.

ஆகவே, அக மறுப்புக் குறையும். இது மின்னழுத்தப் பின்னூட்டத்தின் விளைவு.

பின்னூட்டத்தை மின்னேட்டத்தாலும் கொடுக்கலாம். அதாவது பின்னூட்ட மின்னழுத்தம் வெளியீட்டின் மின்னேட்

டத்தைச் சார்ந்து இருக்கலாம். அதாவது $e\beta = r I_o$. இப்பொழுது வெளியீட்டில் e_o கொடுத்தால், $e_g = -r I_o$. ஆகவே வெளியீட்டுச் சுற்று வழியில் $-rI_oA$ என்ற மின்னுக்கியும் வரும்.

அப்பொழுது $e_o = I_o R_o - rA I_o$

அல்லது $\frac{e_o}{I_o} = R_o - rA$ ...... (7)

இதில் பின்னூட்டம் எதிர்ப்புறமாயின் அக மறுப்பு அதிகமாகும்.

4. பட்டையகலம் : ஒரு குழல் மின்மிகைப்பியின் கீழரைத் திறன் அலைவெண் (f_1), மேலரைத் திறன் அலைவெண் (f_2) ஆகியவைகளைக் கொண்டு அதன் பட்டையகலத்தை நிர்ணயிக்கலாம். அப்பொழுது அந்த மின்மிகைப்பியின் நடத்தையை $\frac{Amid}{\left(1 - j\frac{f_1}{f}\right)\left(1 + j\frac{f}{f_2}\right)}$ என்று குறிக்கலாம்.

இந்த மின்மிகைப்பிக்குப் பின்னூட்டமளித்தால் அதன் நடத்தை $\frac{A}{1 - A\beta}$ ஆகும்.

அதாவது $\frac{A/(1 - j\ f_1/f)}{1 - \frac{A\beta}{1 - j\ f_1/f}}$

$$= \frac{A}{1 - j\ f_1/f - A\beta} = \frac{A/(1 - A\beta)}{1 - j\ f_1/f\,(1 - A\beta)}$$

அதாவது, $f_{1f} = \frac{f_1}{1 - A\beta}$ ...... (8)

இதே போல், $f_{2f} = f_2\,(1 - A\beta)$ ...... (9)

என்று நிரூபிக்கலாம்.

β எதிர்ப்புறமாயின் f_{1f} குறையும் ; f_{2f} அதிகமாகும். அதாவது மின்மிகைப்பியின் பட்டையகலம் அதிகரிக்கும்.

5. வீச்சு உருக் குலைவு: வீச்சு உருக்குலைவு ஏற்படும்பொழுது வெளியீட்டில் உள்ளீட்டு மாறுமின்சாரத்தின் அடிப்படை அலைவெண்ணோடு, அதன் இசை அலைவெண்களும் உண்டாகின்றன.

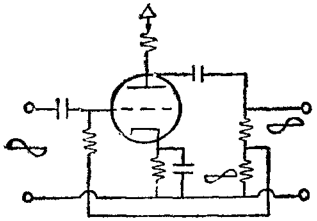
அதாவது உள்ளீட்டில் f_1 என்ற அலைவெண் குறிப்பிற்கு வெளி யீட்டில், f_1, $2f_1$, $3f_1$ ஆகிய அலைவெண் குறிப்புகள் காணப் படும். இவ் வுருக்குலைவு வெளியீட்டின் வீச்சத்தைப் பொறுத்தது. நாம் எதிர்ப் பின்னூட்டம் அளிக்கும்பொழுது,வெளி யீட்டுக் குறிப்புக் குறையும். இதனாலேயே வீச்ச உருக்குலைவும் குறையும். உள்ளீட்டுக் குறிப்பினுடைய வீச்சை அதிகப்படுத்தி வெளியீட்டுக்குறிப்பைப் பழைய அளவுக்குக் கொண்டுவர வேண் டும். இப்பொழுது A_2 என்பது பின்னூட்டத்திற்குமுன் $2f$-ன் வீச் சாக இருக்கட்டும். இப்பொழுது $2f$ அலைவெண் கொண்ட குறிப்பு உள்ளீட்டுக்கு வந்து மிகைப்படைந்து வெளியீட்டுக்கு வரும். வந்த குறிப்பு முன்னிருந்த $2f$ குறிப்பை எதிர்க்கும். ஆகவே இப்பொழுது $2f$-ன் வீச்சு $A_{2f} - A\beta\ A_{2f} = A_2$ அல்லது

$$A_{2f} = \frac{A_2}{1 - A\beta} \qquad \text{......} \quad (10)$$

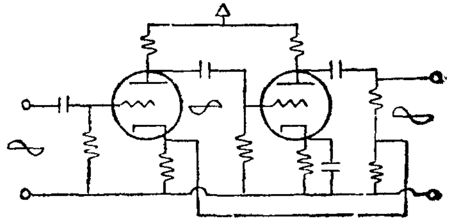
ஆகவே வீச்சு உருக்குலைவு குறையும். ஆனால் A_2 உருக்குலை வடைந்து வெளியீட்டில்$4f$, $6f$ ஆகிய அலைவெண்களை உண்டாக் கலாம் ! இதை நாம் சிறிது கண்காணித்தே ஆகவேண்டும்.

ஆகவே, எதிர்ப் பின்னூட்ட மிகைப்பியில் பல நன்மைகளைக் கண்டோம். ஆனால், ஒரு குறை மொத்த மின்லாபம் குறைவது ஆகும். இரண்டாவது குறை, ஒரு மின்மிகைப்பியில் மறுப்புகள் இணைப்பில் வருவதால் அவை கட்ட வேறுபாடுகளை உண்டாக்குகின்றன. ஆகவே, எதிர்ப் பின்னூட்டமாக இணைக்கப் பட்ட சுற்றுவழி வெளியீட்டின் கட்ட வேறுபாட்டால் கோணம் மாறிக் கடைசியில் நேர் பின்னூட்டம் ஆகிவிடலாம். நேர் பின்னூட்டமானால் 1 முதல் 5 வரை குறிப்பிட்டவை எல்லாம் தலைகீழாக மாறிவிடும். மற்றொரு செயல் $A\beta$-ன் மதிப்பு ஒன்றுக்கு ஈடாவது ஆகும். அப்பொழுது பின்னூட்ட மிகைப்பியின் பெருக்க எண்ணின் பகுதி பூச்சியமாகி A_f-ன் மதிப்பு எண்ணிலடங்காமல் போய்விடும். அதாவது உள்ளீடில்லாமலேயே, வெளியீட்டில் மின்னழுத்தம் உண்டாகும். இதற்கு மின்னலைப்பி என்பதுபெயர். நமக்கு மின்னலைப்பி வேண்டும்பொழுது அவ்வாறு அமைத்துக் கொள்ளலாம். ஆனால் நாம் எதிர்ப் பின்னூட்ட மிகைப்பி அமைக் கும்பொழுது இது வருவது வேண்டாததே. ஆகவே நாம் மிகவும் விழிப்போடிருந்து $A\beta = 1$ என்ற நிலை வராதவாறு பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். அப்பொழுதுதான் நாம் எதிர்ப் பின்னூட்ட மிகைப்பியின் முழுப் பயனையும் அடைய முடியும். இதற்குச் சில சிறிய தடுப்பு முறைகளை நாம் மேற்கொண்டால் போதுமானது. உதாரணமாக, ஓரலகு கொண்மி தடை இணைப்பு மிகைப்பியில்

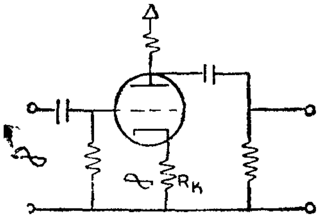
அதிகக் கட்ட வேறுபாடு ±90° தான். இரண்டலகு மிகைப்பியில் அதிகக் கட்ட வேறுபாடு ±180°. இது வரும்பொழுது மின்லாபம் பூச்சியமாகிறது. ஆகையால் $A\beta = 1$ என்கிற கவலையே வராது. ஆகவே, எதிர்ப் பின்னூட்டச் சுற்று வழியை இரண்டு அலகு களுக்குள் வைத்துக்கொண்டால் தகராறில்லை.



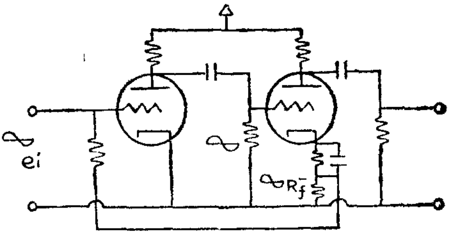
(a) ஓரலகு மின்னழுத்தப் பின்னூட்டம்



(b) ஈரலகு மின்னழுத்தப் பின்னூட்டம்



(c) ஓரலகு மின்னோட்டப் பின்னூட்டம்



(d) ஈரலகு மின்னோட்டப் பின்னூட்டம்

படம் 10—3

எதிர்ப் பின்னூட்டச் சுற்றுவழி

உதாரணம் 1:

1. ஒரு மின் மிகைப்பியின் இலாபம் நேர்மின் நிரப்பி மாறுதலால் 700-லிருந்து 650 ஆகிறது. $\beta = -\frac{1}{14}$ ஆனால் இதன் மிகைப்பு மாறுதலைக் காண்க.

$$Af_1 = \frac{A}{1 - A\beta} = \frac{700}{1 + \frac{700}{14}} = \frac{700}{51} = 13{\cdot}73$$

$$Af_2 = \frac{650}{1 + \frac{650}{14}} = \frac{650 \times 14}{664} = 13{\cdot}70$$

உதாரணம் 2:

இரு அலகு மின்மிகைப்பியின் மொத்தப் பெருக்கம் 100. அதன் இரண்டாவது அலகில் மட்டும் 10% எதிர்ப் பின்னூட்டம் அளிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதன் பின்னூட்டமற்ற மிகைப்பு 150, வீச்சு உருக்குலைவால் இரண்டாம் இசைவு 5%. (*a*) தற்போதைய இரண்டாம் இசைவுக் குலைவையும் (*b*) முதல் அலகின் மிகைப்பு எண்ணையும் அறியவேண்டும்.

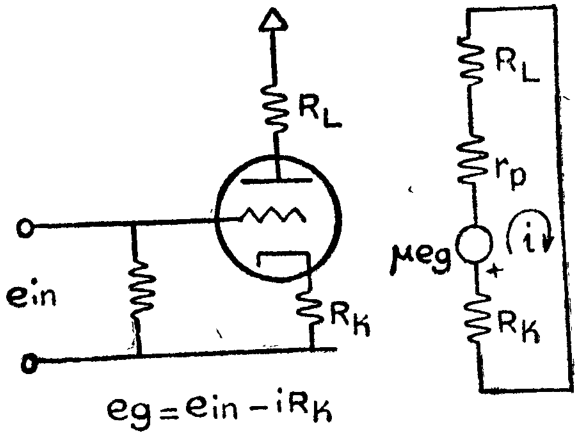
$$\text{இரண்டாம் அலகு } A_f = \frac{150}{1+15} = 9{\cdot}4$$

$$9{\cdot}4 \times x = 100\ ;\ x = \frac{100}{9{\cdot}4} = 10{\cdot}6$$

$$\text{இரண்டாம் இசைவு உருக்குலைவு} = \frac{5}{16} = {\cdot}313\%$$

உதாரணம் 3:

ஒரு மின்மிகைப்பியின் சேமிப்பான், உமிழ்வான் தடைகள் முறையே 30 $K\,\Omega$, 5 $K\,\Omega$. ஆகும். மும்முனையத்தின் $\mu = 20$; $r_p = 6\ K\,\Omega$. மின்னழுத்த இலாபத்தைக் கணக்கிடவும்.



படம் 10—4

$$\text{ஆகவே } \mu\,(e_{in} - IR_k) = I\,(r_p + R_L + R_k) \quad \ldots\ldots (12)$$

$$\text{அல்லது } I = \frac{\mu e_{in}}{r_p + (\mu + 1)\,R_k + R_L} \quad \ldots\ldots (13$$

$$e_o = IR_L \; ; \; A = \frac{\mu R_L}{r_p + (1+\mu) R_k + R_L}$$

$$= \frac{20 \times 30}{6 + 21 \times 5 + 30} = \frac{600}{141}$$

$$= 4{\cdot}26$$

உமிழ்வான் பின்னோடி என்பது ஒரு சிறப்பு மின்மிகைப்பி யாகும். இதில் சுமையை உமிழ்வான் சுற்றுவழியில்வைக்கிறோம். ஆகவே, சுமையின் மின்னழுத்தம் முழுவதுமே உள்ளீட்டு மின்னழுத்தத்தை எதிர்க்கிறது. அதாவது β ஒன்றாகியது.

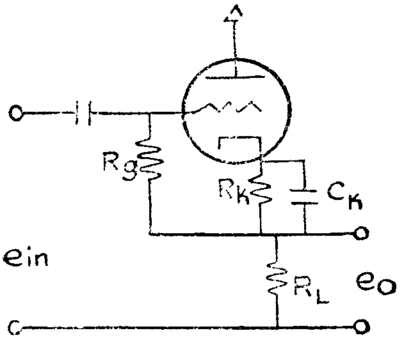
$$\text{அப்பொழுது மின்பெருக்க எண்} = \frac{\dfrac{\mu R_k}{R_k + r_p}}{1 + \dfrac{\mu R_k}{R_k + r_p}} = \frac{\mu R_k}{r_p + R_k(1+\mu)}$$

$$= \frac{\dfrac{\mu}{\mu + 1} R_k}{\dfrac{r_p}{1+\mu} + R_k}$$

ஆகவே மின்னழுத்த இலாபம் ஒன்றை விடக் குறைவு. ஆனால் வெளியீட்டின் அகத்தடை $\frac{r_p}{1+\mu}$; மிகக்குறைவு. உள்ளீட்டின் அகத்தடை க. வலை உமிழ்வான் தடையின் $(1+\mu)$ மடங்காகும். இதனால் அலைவெண் பட்டை அகலம் அதிகமாகும். பட்டை அகலம் அதிகமாகும்பொழுது மின்மாற்றியை உபயோகிக்க முடியாது. மின்மாற்றியின் மேலரைத் திறன் அலைவெண்ணின் மதிப்பு 100 KHz வரைதான் இருக்கும். தொலைக்காட்சியின் மாறு மின்னழுத்தங்கள் 4 MHz வரையிருக்கும். இங்கு மின் மாற்றியை உபயோகப்படுத்த முடியாது. சாதாரணமாக, பொது அச்சு வடம் (cable) அலகுகள் இணைப்புக்கு உபயோகிக்கப் படுகின்றன. இதன் உள்தடை 72 Ω. ஆகவே அதனை ஓட்டும் மின்மிகைப்பியின் உள்தடையும் 72 Ω இருக்கவேண்டும். மின் மாற்றியை உபயோகிக்க முடியாத நிலையில் உமிழ்வான் பின்னோடி அமைப்பை உபயோகிக்கலாம். இதன் உள்தடை $\frac{r_p}{\mu + 1}$ 72 Ω ஆக அமைந்தால் அதிகத் திறன் வடத்திற்கு வரும்.

உதாரணம் 4:

உமிழ்வான் பின்னோடியில் $R_L = 1{\cdot}5\ K\Omega$; குழலின் $\mu = 40$; $r_p = 20\ K\Omega$. இதன் வெளியீட்டின் அகத்தடையைக் கணக்கிட வேண்டும்.



படம் 10—5
உமிழ்வான் பின்னோடி

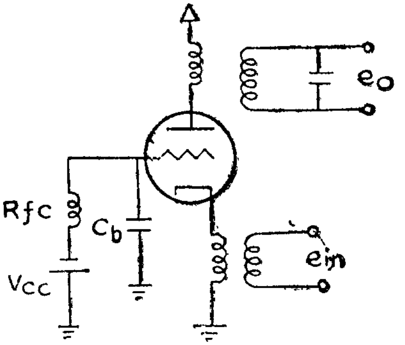
$$\frac{r_p}{\mu+1}=\frac{20000}{41}$$

அகத் தடை $\frac{r_p}{\mu+1}$, R_L ஆகியவைகளின் இணைத் தடையாகும். $\frac{20\times 1.5}{41\times 1.5+20}$ $= 368.1$ ஓம்கள்.

இதே C_k இல்லாமலிருந்து $R_k = 400\ \Omega$ ஆக இருந்தால், அகத்தடை $= \frac{r_p}{\mu+1} + R_k = \frac{36.4}{41}K.$

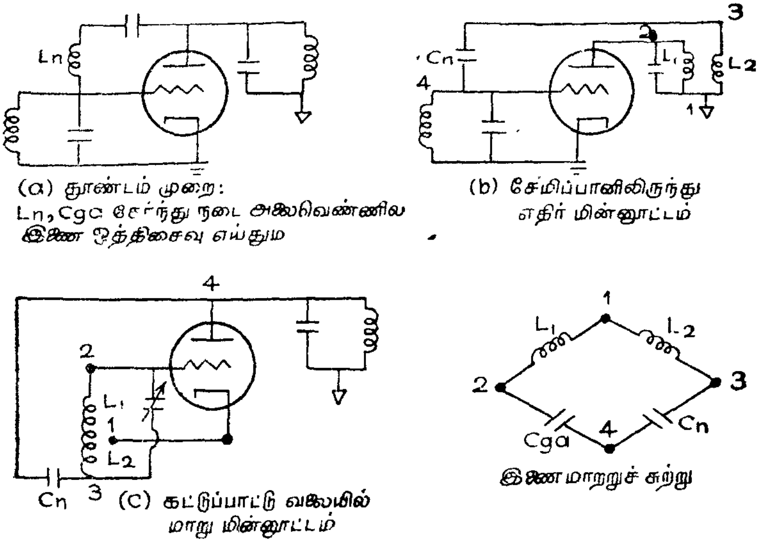
ஆகவே மின்மிகைப்பியின் அகத்தடை = **568** ஓம்கள்.

திறன் மிகைப்பியில் கட்டுப்பாட்டு வலையை மாறு மின்னோட்டத்திற்கு நிலவிணைப்புடன் உள்ளதாகச் செய்யும் அமைப்பிற்கு நிலவீட்டு வலை மின்மிகைப்பி என்று பெயரிடலாம். இதில் உள்ளீட்டுக் குறிப்பு (Signal) உமிழ்வானுக்கும் நிலத்திற்கும் இடையில் கொடுக்கப்படுகிறது. க. வலையில் ஒருசார்பு நேர்மின்னழுத்தம் மட்டுமே கொடுக்கப்படவேண்டும். இது ஒத்திசைவு மின்மிகைப்புகளில் உபயோகப்படுகிறது. இசைவு மின்மிகைப்புகளில் சேமிப்பான் கட்டுப்பாட்டு வலைகளின் இடையுள்ள கொண்மியால் உண்டாகும் விபரீதங்களைக் கண்டோம். இதற்காகப் பன்முனையங்கள் உண்டாக்கப்பட்டன. ஆனல் பன்முனையங்களில் திரைவலை மின்னோட்டம் முக்கியமாகிறது. ஆகவே, அக் குழல்களின் திறன் கையாளும் திறமை, திரை வலையின் வெப்பமூட்டுத் திறனைப் பொறுத்துக் குறைகிறது. தற்பொழுது 50 கிலோ வாட் வரை திறன் கையாளும் ஐம்முனையங்



படம் 10—6
நீ[illegible]இணை வலை மின்மிகைப்பி
R_{fc} வானொலி அலை சோக் (அதிகமின்மறுப்பு)
C_b வானொலி அலையில் குறுகிய சுற்று வழியாக அமையும் கொண்மி

கள் உள்ளன. ஆனால் அதற்குமேல் திறன் வேண்டியிருந்தால் அப்பொழுது மும்முனையத்தை விட்டால் வேறு வழியில்லை. ஆகவே C_{ga} கொண்மியின் செயலை நடுநிலையாக்க வேண்டும். இதற்குப் பல வழிகள் உள்ளன.



(a) தூண்டம் முறை: Ln, Cga சேர்ந்து நடை அலைவெண்ணில இணை ஒத்திசைவு எய்தும

(b) சேமிப்பானிலிருந்து எதிர் மின்னூட்டம்

(c) கட்டுப்பாட்டு வலையில் மாறு மின்னூட்டம்

இணை மாற்றுச் சுற்று

படம் 10—7

நடுநிலையாக்கு முறைகள்

படல் 7(*a*)-ல் ஒரு தூண்டத்தைக் கொண்டு C_{ga}ஐ இணை ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியாக மாற்றினால் இணை இசைவு அலைவெண்ணில் அதன் மறுப்பு மிக அதிகமாகி, பின்னூட்டத்தைக் குறைத்து விடும். ஆனால், இந்த முறை ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவெண் மின் மிகைப்பிற்கே உபயோகப்படும். படம் 7 (*b*), (*c*)-ல், C_{ga}-வினால் உண்டாகும் பின்னூட்டத்திற்கு நேர் எதிராகப் பின்னூட்டமளிக்கிறோம். இந்த எதிரூட்டத்தைச் சேமிப்பானிலிருந்தோ, உள்ளீட்டிலிருந்தோ கொடுக்கலாம். இதன் முக்கிய நன்மை என்னவென்றால் இந்த நடுநிலையாக்கு முறை மிக அகலமான அலைவெண் பட்டைக்கு உபயோகமாதலாகும். இசைவு மின் மிகைப்பி ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவெண்ணில் மட்டும் பயன்படுமாறு இருக்கலாம். இவ்வகை மின்பரப்பியில் அமையும். ஆனால் வானொலி ஏற்பியில் நிலையங்களுக்கு ஏற்றுவாறு நாம் மின் மிகைப்பியின் அலைவெண்ணை மாற்றவேண்டும். அலைவெண் மாற்றம் தொடர்ந்து இருக்கும். இதற்காக மாறியல் கொண்மியை

உபயோகிக்கிறோம். இவ் வேலையில் அம் முழு அலைவெண் பட்டைக்கும் C_{ga}-ன் பின்னூட்டத்தை நடுநிலையாக்க வேண்டும். இதற்கு, படம் 7 (*b*), 7 (*c*)-லுள்ள சுற்றுவழிகளை உபயோகிக்கலாம். இதனால் ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியின் இசைக்கும் கொண்மிக்கு இணையாக C_{ga}-ம் C_n-ம் வரும். ஆக, மொத்த இசைவு செய்யும் கொண்மி $C_T + C_{ga} + C_n$. இதனால் இசைவுச் சுற்றுவழியின் இசைவு அலைவெண் பட்டையகலம் குறைகிறது. குறைந்த கொண்மி $C_{ga} + C_n$ என்றாகிறது. இதனால் அதிக அலைவெண் அலைகளை இயற்ற, தூண்டத்தின் மதிப்புக் குறைந்துகொண்டே போவதால், மின்மிகைப்பு எண் குறைந்துவிடும். ஆகவே நிலவிணையிட்ட க. வலை மின்மிகைப்பியை உபயோகிக்கிறோம்.

இந்த அமைப்பில் உள்ளீட்டிற்கும் வெளியீட்டிற்கும் இடையேயுள்ள கொண்மி C_{pk}. இது C_{ga} ஐ விட மிகக் குறைவு. இதனால் பின்னூட்டத்தின் குறைகள் குறைகின்றன. மேலும், நடுநிலையாக்கு முறைகளைக் கையாண்டால் இசைவு செய்யும் கொண்மியின் இணையாக வரும் கொண்மிகளின் மதிப்பும் குறைவாகவேயிருக்கும். ஆகையால், மேலும் அதிக அலைவெண் அலைகளைப் பெருக்கலாம். ஆனால் இச் சுற்றுவழியின் அமைப்பைக் கவனித்தால் வெளியீட்டுச் சுற்றுவழியின் மாறு மின்னோட்டம் உள்ளீட்டுச் சுற்றுவழியிலும் பாய்கிறது. ஆகையால், ஒரே மின்னழுத்த இலாபத்திற்கு உள்ளீட்டுச் சுற்றுவழி அதிக மாறு மின்திறனை அளிக்கவேண்டியிருக்கிறது. ஆகவே மாறு மின்திறன் இலாபம் குறைந்துவிடுகிறது. உதாரணமாக, ஒரு *C* வகை அமைப்பை எடுத்துக்கொள்வோம். அதன் சேமிப்பான் நிரப்பி 3 *KV*. க. வலையின் ஒரு சார்பு நேர்மின்சாரம் — 600 *V*. க. வலையின் நேர்மின்னோட்டம் 100 *mA*. மாறுமின்னோட்டத்தின் அதிக வீச்சு 175 *mA*. சேமிப்பானின் நேர்மின்னோட்டம் 2*A*. மாறுமின்னோட்டத்தின் அதிக வீச்சு 3·4 *A*. $V_{min} = 500\ V$ $V_{g\ max} = 300\ V$ என்று கொள்வோம். இதை நிலவிணையிட்ட மின்மிகைப்பியாக உபயோகப்படுத்தினால், அதன் திறனை ஆராய்வோம்.

சேமிப்பான் சுற்றுவழி: நேர் மின்திறன் $= 3000 \times 2 = 6000 W$

$$\text{மாறுமின்திறன்} = \frac{(3000 - 500) \times 3{\cdot}4}{2} = 4250\ W$$

சேமிப்பான் வெப்பமூட்டுத் திறன் $= 6000 - 4250 = 1750\ W.$

$$\text{உள்ளீட்டுச் சுற்றுவழி: மாறு மின்திறன்} = \frac{900 \times {\cdot}175}{2} = 78{\cdot}75\ W$$

நேர்மின்கலன் ஏற்றுத் திறன் $= 600 \times 0{\cdot}1 = 60\ W.$

க. வலையின் வெப்பமூட்டுத் திறன் $= 78 \cdot 75 - 60 = 18 \cdot 75$ W

மாறு மின் திறன் பெருக்கம் $= \frac{4250}{78 \cdot 75} = 54$

நிலவிணையிட்ட க. வலை மின்மிகைப்பி. சேமிப்பான் சுற்று வழியின் திறன்கள் மேலே கூறப்பட்டவையேயாகும். அ-து, 6000 W, 4250 W, 1750 W.

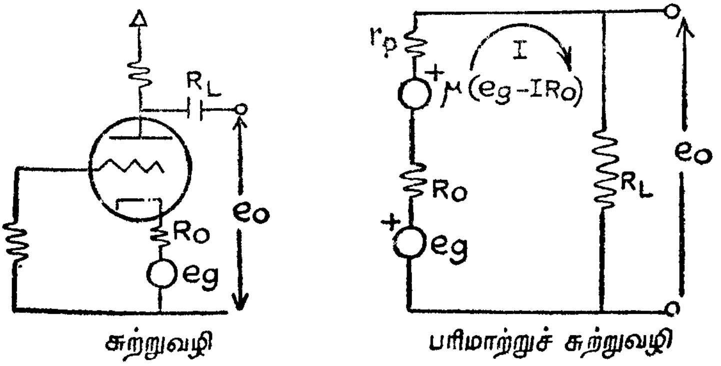
உள்ளீட்டுச் சுற்றுவழியின் மாறு மின் திறன் $= \frac{900 \times 3 \cdot 575}{2}$

$= 1608 \cdot 75$ W.

அதாவது வெளியீட்டுச் சுற்றுவழியின் மின்னோட்டமும் உள்ளீட்டுச் சுற்றுவழியில் பாய்வது உள்ளீட்டின் மொத்த மின்னோட்டம் $(3 \cdot 4 + \cdot 175)$

மாறு மின் திறன் $= \frac{4250 + 1530}{1608 \cdot 75} = 3 \cdot 6$

உள்ளீட்டுத் திறனில் 78 75 W க. வலைக்கும் 1530 W வெளியீட்டுச் சுற்று வழிக்கும் வருகின்றன. ஆகவே, மொத்த வெளியீட்டு மாறு மின் திறன் 5780W. சேமிப்பானின் இயக்கு திறனைக் கணக்கிட 5780 W உபயோகிக்கக் கூடாது; 4250 W ஐயே உபயோகிக்க வேண்டும். 1530 W உள்ளீட்டுச் சுற்று



படம் 10—8.

நிலவிணையிட்ட மின்மிகைப்பியின் இணைமாற்றுச் சுற்றுவழி.

வழியிலிருந்து நேராக வெளியீட்டுச் சுற்றுவழிக்கு வருகிறது.

உள்ளீட்டுச் சுற்றுவழியின் அக மறுப்பு $= \frac{900}{3 \cdot 575} = 250\Omega = R_o$.

இந்த மறுப்பு உமிழ்வான் சுற்றுவழியிலிருப்பதால் மின் மிகைப்பியின் வெளிச் சுற்று வழியின் அக மறுப்பு $= r_p + (\mu + 1) R_o$ என்று அதிகரிக்கிறது.

கம்பி வலை உமிழ்வானின் மாறு மின்னழுத்த வேறுபாடு $-(e_g - I_o R_o)$; ஆகவே இணைந்த மின்னூக்கி $\mu (e_g - I_o R_o)$ ஆகும்.

$$e_g = I_o R_o - \mu e^g + \mu I_o R_o + I_o r_p + I_o R_L$$

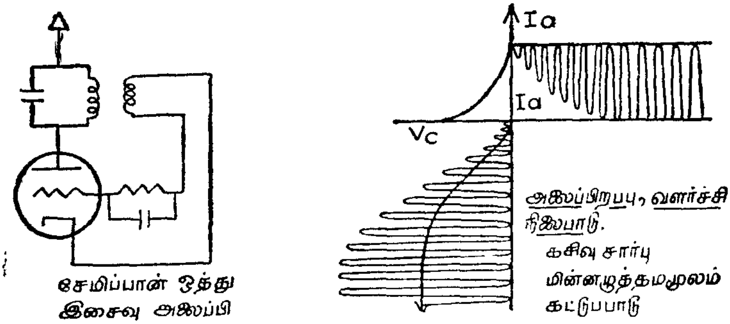
$$\therefore \quad I_o R_L = \frac{(\mu + 1) e_g R_L}{r_p + (\mu + 1) R_o + R_L} \quad \ldots\ldots \quad (16)$$

ஆகவே செயலுரு μ, $\mu + 1$ ஆக வந்தாலும் செயலுரு r_p, $r_p + (\mu + 1) R_o$ என அதிகரிப்பதால் இந்தச் சுற்றுவழி முறையால் அதிக மின்னழுத்த இலாபம் பெற முடியாது. ஆகவே, இந்த மின்மிகைப்பியை இசைவு மின்மிகைப்பியாக அதிக அலைவெண் அலை வரிசையில் உபயோகப்படுத்துகிறார்கள்.

அலைப்பிகள் : $A\beta = 1$ என்று வரும்பொழுது பின்னூட்ட மின்மிகைப்பி அலைப்பியாகச் செயல்படுகிறது என்று கூறினோம். $A\beta = 1$ என்பது ஒரே ஓர் அலைவெண் அலைவுக்கே பொருந்தினால் இதன் வெளியீடு ஒழுங்கியக்கமுள்ள அலைவாக இருக்கும். முற்காலத்தில் ஒழுங்கியக்க அலைவுகளைச் செய்யத் தூண்டம், கொண்மி இணைச் சுற்று வழிகள் ஆகியவற்றை உபயோகப் படுத்தினார்கள் இவ் விணைச் சுற்றுவழியின் பண்பு, மின்னோட்டம் உருக்குலைந்திருந்தாலும் மின்னழுத்தத்தை ஓர் ஒழுங்கியக்க அலைவாகச் செய்வது ஆகும். ஆகவே LC உபயோகிக்கப்படும் அலைப்பியை C வகை அமைப்பில் செயல்படச் செய்யலாம். இதில் ஒரு நன்மையும் இருக்கிறது அது கம்பி வலைச் சார்பு மின்னழுத்தத்தைக் கசிவு முறையாக அமைப்பது ஆகும் அப்பொழுது, அலைவுகள் எளிதில் உண்டாகின்றன. அலைவுகளின் வீச்சுக்கேற்றவாறு கம்பி வலையின் சார்பு மின்னழுத்தம் உண்டாகிறது.

இந்த அமைப்பால் ஓரளவு வீச்சுக் கட்டுப்பாடும், அலைவெண் கட்டுப்பாடும்கூட உண்டாகின்றன. கம்பிவலையில் ஓர் அதிக மதிப்புள்ள தடையிருப்பதால் கம்பி வலையின் நேர்ப்புற வீச்சால் வரும் மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பை உமிழ்வானைவிட அதிக நேர் மின்னழுத்தமாகாமல் தடுக்கிறது. ஆகவே, சேமிப்பான் சுமையில் உண்டாகும் மாறு மின்னழுத்தத்தின் வீச்சுக் கட்டுப்

பாடடைகிறது. *C* வகை அமைப்பால் சேமிப்பானின் மின்னோட்டம் அலை நேரத்திற்குக் குறைந்த பாகத்திற்கே



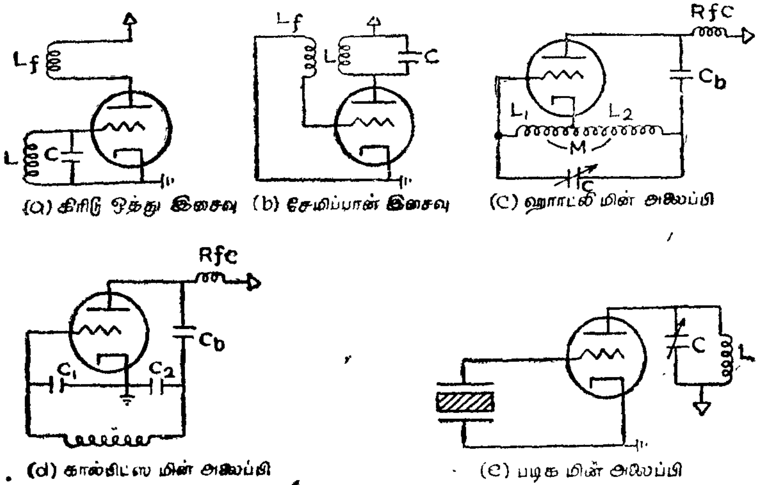
படம் 10—9.

ஒழுகு சார்பு மின்னழுத்தம் வளரும் முறையும் சேமிப்பான் மின்னோட்டமும்

உண்டாகும். ஆகையால், குழலின் உள்தடை மிக அதிகமாகப் புலப்படும். இதனால் தொட்டிச் சுற்றுவழியின் தேர்திறன் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படுவதில்லை. $A\beta = 1$ என்று கூறும் பொழுது தட இலாபத்தின் (loop gain) மதிப்பு ஒன்றாக இருக்க வேண்டும். தட நிலை வேற்றுமை 0° ஆகவேண்டும். தொட்டிச் சுற்றுவழி உபயோகிக்கும்பொழுது, நிலை வேற்றுமை θ. $\tan\theta = \frac{2\triangle f}{f_0}\cdot Q$. இதில் $\triangle f$ என்பது f_0 என்ற இசைவலை வெண்ணினின்றும் நாம் கணக்கிடும் அலைவெண்ணின் அலைவெண் வேறுபாடு; Q என்பது தேர்திறன். ஆகவே, ஒரு சிறு அலை வெண் வேறுபாடு அதிகக் கோண வேறுபாட்டை உண்டாக்கும்; அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட கோண வேறுபாட்டிற்கு Q அதிகமானால் அலைவெண் வேறுபாடு குறையும். அதாவது அலைப்பியின் அலைவெண் கிட்டத்தட்ட நிலையாக இருக்கும்.

தொட்டிச் சுற்றுவழியைப் பொறுத்தும் இடம் கொண்டு அலைப்பியைப் பல வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். இவை படம் 10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன. ஒரு குழல் மின்மிகைப்பியில் வெளியீடும், உள்ளீடும் 180° கோண வேற்றுமையில் இருக்கும் எனக் கண்டோம். ஆகவே, அலைவு உண்டாக இந்த 180° கோண வேற்றுமை பின்னூட்டச் சுற்றுவழியில் உண்டாக வேண்டும். இது, 10 (c) 10 (d) ஆகிய சுற்றுவழிகளில் உமிழ்வானை இணைக்கும் முனைக்கு இரு புறமும் க. வலையையும் சேமிப்பானையும் இணைப்பதால் தானாகவே ஏற்பட்டுவிடுகிறது. 10 (a), 10 (b) ஆகிய

சுற்றுவழிகளில் பின்னூட்டச் சுருளில் வரும் மின்னோட்டத்தில் இந்தக் கோண வேற்றுமை உண்டாக வேண்டும். இல்லையேல் பின்னூட்டச் சுருளின் முனைகளை மாற்றி இணைக்கவேண்டும்.



படம் 10—10

சில ஒத்திசைவு அலைப்பிகள்

இதனால் 180° கோண வேற்றுமை என்கிற தகுதி பூர்த்தியாகிறது. $A\beta$-ன் தனிப் பெறுமானம், படம் 10 (a), (b) ஆகிய சுற்றுவழிகளில், இரு சுருள்களின் பரிமாற்று மின் தூண்டுதல் எண்ணைக் கொண்டு நிறைவேற்றப்பட வேண்டும்.

படம் 10 (a)-க்கு $M \geq \frac{CR}{g_m}$ ... (17)

படம் 10 (b)-க்கு $M \geq \frac{CR}{g_m} + \frac{L}{\mu}$ ... (18)

இந்தச் சுற்றுவழிகளில் $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$ என்று கொள்ளலாம்.

இதில் R என்பது தொட்டிச் சுருளின் தொடர் செயலுருத் தடையாகும். செயலுருத் தடை குழலின் உள் தடை, இணைக்கப்படும் சுமையின் தடை ஆகியவைகளின் எதிரொளிப்பைத் தொட்டிச் சுருளில் கணக்கிட்டுக்கொள்வதாகும்.

10 (c), 10(d) ஆகிய படங்களில், சேமிப்பான் சுற்றுவழியின் மின்னழுத்தம்,கம்பிவலைச் சுற்றுவழியின்மின்னழுத்தம் ஆகியவைகளின் விகிதத்தைக் கணக்கிட வேண்டும். 10 (c)-ல் இவ் விகிதம் $\frac{L_2 + M}{L_1 + M}$. கம்பிவலை இணைப்பை விலக்கி, கம்பிவலை சேமிப்பான் மின்னழுத்த இலாபத்தைக் கணக்கிடலாம். $\left[\frac{L_2 + M}{L_1 + M}\right]$. இந்த மின்னழுத்த இலாப மதிப்பிற்கு ஈடாக இருக்க வேண்டும். தொட்டிச் சுருளின் இசை மறுப்பு $\frac{(L_1 + L_2 + 2M)}{CR}$. அப்பொழுது சேமிப்பான் சுருளில் வெளிப்படும் மறுப்பு $= \frac{\omega^2(L_2 + M)^2}{LR}$

$$A = \frac{\mu\omega^2 (L_2 + M)^2/R}{r_p + \frac{\omega^2 (L_2 + M)^2}{R}} \text{ அல்லது } g_m \frac{\omega^2 (L_2 + M)^2}{R_{eff}}.$$

$$\frac{(L_2 + M)}{(L_1 + M)} \geq g_m \frac{\omega_0^2 (L_2 + M)^2}{R_{eff}} = A.$$

$$g_m \geq \frac{R_{eff}}{(L_2 + M)(L_1 + M)\omega^2} = CR_{eff}\left[\frac{1}{L_1+M} + \frac{1}{L_2+M}\right]$$

$$\text{இதில் } \omega_0^2 = \frac{1}{(L_1 + L_2 + 2M)C} \quad \dots (19)$$

$$\text{அல்லது } \mu = \frac{L_2 + M}{L_1 + M} + Cr_p R \frac{(L_1 + L_2 + 2M)}{(L_1+M)(L_2+M)} \quad \dots (20)$$

படம் 10(d)ல்-வெளியீடு,உள்ளீடு இம் மின்னழுத்தங்களின் விகிதம் $\frac{C_1}{C_2}$, சுற்றுவழியின் சுமை $\frac{L_{eff}}{C_2 r_{eff}}$. இதில் $L_{eff} = L - \frac{1}{\omega^2 C_1}$

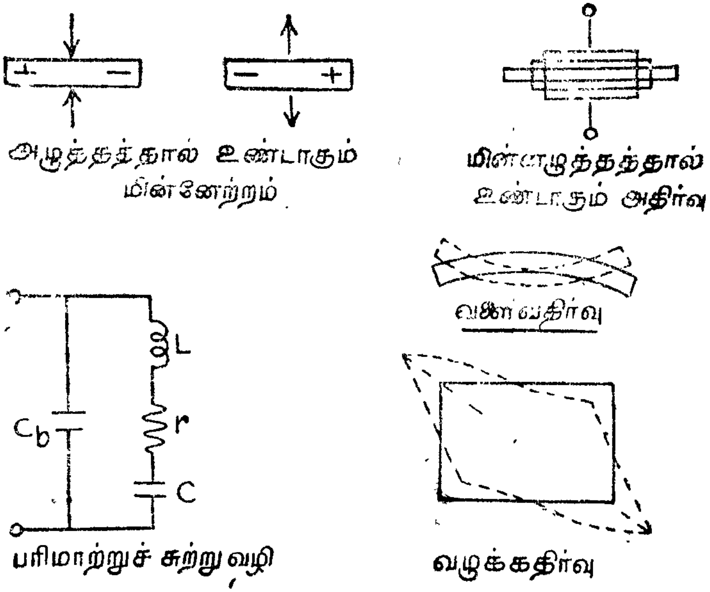
$$\omega^2 = \frac{(C_1 + C_2)}{L C_1 C_2} \quad \dots (21)$$

$$\text{ஆகவே, } L_{eff} = \frac{LC_1}{C_1 + C_2}$$

ஆகவே, $A = \frac{g_m L C_1}{(C_1 + C_2) C_2 R_{eff}} \geq \frac{C_1}{C_2}$

$$g_m \geq \frac{(C_1 + C_2) R_{eff}}{L} \quad \ldots \quad (22)$$

படம் 10(c)-ல் காட்டப்பட்ட படிக மின்னூக்கியின் செயல்படு முறை சிறிது வேறுபட்டது. படிகம் அழுத்த மின்னியல்புடையதாக இருத்தல் வேண்டும். குவார்ட்ஸ், டூர்மலைன், ரோஷல் உப்பு ஆகியவை இந்த அழுத்த மின்னியல்புடையவை. சில பேரியம், ஸ்ட்ரான்ஷியம் டைடேனியம் ஆகியவைகளின் உயிரகக் கலவை ஃபெர்ரோ மின்னியல்புடையவை. அவைகளைப் பளிங்கு அல்லது பீங்கான்போல் காய்ச்சி உருவாக்கி, ஒரு சார்பு மின்புலப்



படம் 10—11.

படிகத்தின் சிறப்பியல்புகள்

படுத்தினல் அவை அழுத்த மின்னியல்புடையனவாகின்றன. இப் பீங்கான் கலவைகளின் நன்மை என்னவென்ருல் நமக்கு வேண்டிய திசையில் அழுத்த மின்னியல்பு உண்டாகுமாறு சார்பு மின்புலம் அமைத்துக் கொள்ளலாம். அழுத்த மின்னியல்பு

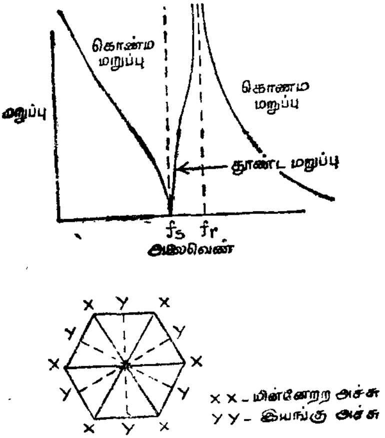
என்பது படிகத்தின் ஒரு வாக்கில் அழுத்தமுண்டாக்கினால் மற்றொரு வாக்கில் மின்னேற்றம் உண்டாவதாகும். முதல் வாக்கை எந்திர விசை அச்சு என்றும், இரண்டாவதை மின்னியல் அச்சு என்றும் கூறுவோம். இது நேர் எதிர்ப் பண்புள்ளது. அதாவது மின்னியல் அச்சில் மின்னழுத்தம் கொடுத்தால், எந்திர விசை அச்சில் நீட்டல், சுருக்கம் ஆகியவை உண்டாகும். படிகம் மீட்சி இயல்பு உடையதாகையால் அதற்கு ஒத்திசைவு அலைவெண்கள் உண்டு. ஒத்திசைவு அலைவெண்களில் அதன் அதிர்வுகள் அதிகமாக இருக்கும். ஆகவே அதிர்வுகள் அதிகமானால் மின்னியல் அச்சில் மின்னேற்றமும் அதிகமாகும். இதனால் மின்னியல் சுற்று வழியில் மின்னோட்டம் அதிகமாகும் அல்லது இது தொடர் இசைவுச் சுற்றுவழிபோல் நடந்து கொள்ளும். படிகம் மின்காப்பியாக இருப்பதால் அதன் மின் இணைப்புகளுக்கு இடையே ஒரு மின் கொண்மி (C_o) இயல்பாகவே அமைகிறது. இசைவலைவெண்ணுக்கு மேல் இசைவுச் சுற்று தூண்டத்தன்மை கொண்டது. ஆகவே இத் தூண்டம் மின்முனையிலுள்ள கொண்மியுடன் இணை ஒத்திசைவுச் சுற்று வழியாகி, இணை இசைவு அலைவெண் உண்டாகிறது. இதில் படிகத்தின் இணைமாற்றுத் தூண்டம் அதிகமாகவும், இணைமாற்றுக் கொண்மி மிகக் குறைவாகவும் இருப்பதால் அதன் குணங்காட்டியின் மதிப்பு பத்தாயிரத்திற்கும் மேலாகிறது. அதன் இணை இசைவுத் தடையும் மிக அதிகமாகிறது. ஆகவே படிக அலைப்பியின் சேமிப்பான் சுமை தூண்ட மறுப்பாக இருந்தால், C_{gn} வழியாக வரும் திறன் படிகத்தின் நஷ்டத் திறனுக்கு ஈடுகொடுத்து விடுகிறது. அப்பொழுது அது அலைப்பியாக அமைகிறது. இதற்குச் சேமிப்பான் சுமையிலுள்ள இணை ஒத்திசைவுச் சுற்று வழியின் இசைவலைவெண் படிகத்தின் இசைவலைவெண்ணைவிட அதிகமாக இருக்கவேண்டும். அப்பொழுது தான் சேமிப்பான் சுமை படிக இசைவலைவெண்ணில் தூண்டத் தன்மை உடையதாக இருக்கும். படம் 11-ல் காட்டப்பட்ட இணைமாற்றுச் சுற்றுவழியின் இணை இசைவலைவெண்

$$\frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{L\,CC_b}{(C+C_b)}}}$$ இதில்

C_b, C ஐ விடப் பன்மடங்கு அதிகமாக இருப்பதால்,

$$f_r \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = fs$$ என்று கொள்ளலாம்.

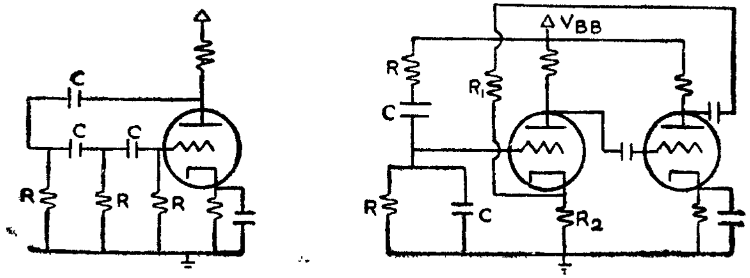
சேமிப்பான் சுற்று வழியின் மின்னூட்டத்தால் கம்பி வலைச் சுற்றுவழியில் கொண்மி மறுப்பும் வருகிறது. இதனால் கம்பி வலைச் சுற்று வழியில் இணை இசைவு வர அதுவும் தூண்டத் தன்மை உடையதாக வேண்டும். படம்12-ல் படிகச் சுற்றுவழியின் மறுப்பு அலைவெண் சார்பில் மாறுதலடைவதைக் காட்டுகிறது. இதில் f_s-லிருந்து f_r வரை உள்ள மிகக் குறுகிய பட்டையிலேயே அச் சுற்று தூண்டத் தன்மையுடையதாக இருக்கிறது. ஆகவே செயல்படு அலைவெண் கிட்டத்தட்ட f_r ஆகவே இருக்கும். f_r படிகத்தின் பரிமாணத்தையும் அலைவியக்க முறையையும் பொறுத்தது. அதாவது அலைவியக்கம் நெட்டலைவாகவோ, வளை வலைவாகவோ, சறுக்கலையாகவோ இருக்கலாம். அதற்கேற்ற வாறு அலைவெண் அமையும். இங்குக் காணும் ஒரு குறை என்னவென்றால் எந்திர விசை அச்சுகள், ஒன்றுக்கொன்று 60° கோண வேறுபாட்டில் உள்ளன. இதனால் ஓர் அச்சின் நெட்டலைவு திசை மற்ற அச்சுகளின் வளைவலைவு திசை அல்லது சறுக்கலைவு திசையோடு பொருந்தலாம். ஆகவே, ஒரு படிகம் பல இசைவலைவெண்களுடையதாக இருக்கும். ஆகவே, மின் முனைகள் பொருத்தும் விதத்தில் நமக்கு வேண்டாத அலைவெண் இசைவுகளில் அதிக அதிர்வியக்கம் உண்டாகாதவாறு அமைக்க வேண்டும். இவ்வலைப்பியின் அலைவெண் நிலையாக இருப்பதால், இந்த அலைப்பியை அலைவெண் படித்தரமாகவும், வானொலி அலைவரிசைகள் மின்னாக்கியாகவும் உபயோகப்படுத்துகிறார்கள்.



படம் 10—12
அதிர்வெண் மறுப்பின் தொடர்பு

மேலே கூறப்பட்ட அலைப்பிகள் C வகை அமைப்பை உபயோகப்படுத்துபவை. இவைகளில் உள்ள ஒரு முக்கியக் குறை அலைவெண் கொண்மியின் வர்க்க மூலத்திற்கேற்றபடி மாறுவதாகும். அதாவது மாறியல் கொண்மியின் அதிக,குறை கொண்மி விகிதம் 10 : 1 ; ஆனால் அலைவெண் விகிதம் 3·16 : 1 ஆகிறது. ஆகவே, ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவெண் பட்டையைச் சுழற்ற, பல தூண்டங்களை ஒன்றன்பின் ஒன்றாக இணைக்க வேண்டியிருக்கிறது. இக் குறையைப் போக்க தடை-கொண்மி

அலைப்பிகளை உபயோகிக்கலாம். ஆனால் இங்குத் தூண்டக் கொண்மியினால் உண்டாகும் ஆற்றல் தேக்கும் திறனோ அல்லது இசைவுத் தன்மையோ இல்லாமல் போய்விடுகிறது. ஆகவே, இவை *A* வகை அமைப்பிலேயே அமைய வேண்டும். ஏனென்றால் இங்கு வீச்சு உருக்குலைவினைத் தவிர்க்கும் திறன் இல்லை. இவை ஓரலகு மின் மிகைப்பியாகவோ, அல்லது ஈரலகு மின்மிகைப்பியாகவோ அமையலாம் ஓரலகு மின்மிகைப்பியானால் வெளியீட்டிற்கும் உள்ளீட்டிற்கும் 180° கோண வேற்றுமை உண்டு. ஆகவே பின்னூட்டுச் சுற்றுவழியில் இந்தக் கோண வேற்றுமை வரவேண்டும் ஈரலகானால் இக் கோண வேற்றுமை 360° அல்லது ஒரே நிலையில் உள்ளதாகிறது. ஆகவே பின்னூட்டச் சுற்றுவழி கோண வேற்றுமை உண்டாக்கக் கூடாது.



படம் 10—13

மின் தேக்கி, தடை மின்னிபற்றிகள்

(*a*) ஓரலகு அமைப்பு (*b*) ஈரலகு அமைப்பு

மின்னழுத்த இலாபம் = 29 மின்னழுத்த இலாபம் = 3

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}\ RC} \qquad f = \frac{1}{2\pi\ RC}$$

படம் 13-ல் இவ்விரு சுற்று வழிகளும் காட்டப்பட்டுள்ளன. இதில் படம் 13 (*b*) ல் உள்ள அமைப்பே கேளலைவெண் பட்டையில் அதிகமாக உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கு வியன் சுற்றுவழியமைப்பு அலைப்பி என்பது பெயர். இதில் R_2 என்று குறிப்பிடப்பட்ட தடைக்குப் பதில் மின்விளக்கை உபயோகிக்கிறார்கள். R_1, R_2 எதிர்ப் பின்னூட்டச் சுற்றுவழிகள் என்று அறியலாம் மொத்த மின்னழுத்த இலாபம் 3. ஆகவே $R_1 = 2R_2$. ஒரு வேளை மின்னழுத்த இலாபம் அதிகமாகி, வெளியீட்டு வீச்சு அதிகமானால், R_2-ல் வரும் வீச்சும் அதிகமாகும். அதனால் அது சூடாகி, அதன் தடையும் அதிகமாகி, பின்னூட்டம் அதிகமாகி, வெளி

யிடு வீச்சைக் கட்டுப்படுத்தும். அதனுல் வீச்சு உருக்குலைவின்றி நல்ல ஒழுங்கியக்க அலைவுகளைப் பெறமுடிகிறது.

பிரச்சினைகள்

1. சேமிப்பான் மின் நிரப்பி 300 V-லிருந்து 270 V-க்கு மாறினுல் ஒரு மின் மிகைப்பி அலகின் மின் மிகைப்பு 700-லிருந்து 650-க்குக் குறைகிறது. வெளியீட்டிலிருந்து $\frac{1}{14}$ பாகம் உள்ளீட்டில் எதிர்ப்பின்னூட்டமாகக் கொடுக்கப்பட்டால் வரும் மின் மிகைப்புகளை இரண்டு மின் நிரப்பி அழுத்தங்களிலும் கணக்கிடுக.

விடை :

$$A_f = \frac{A}{1 - A\beta} = \frac{700}{\frac{700}{14} + 1} = 13{\cdot}73$$

$$= \frac{650}{\frac{650}{14} + 1} = 13{\cdot}70$$

2. இரண்டலகு மின் மிகைப்பியின் மொத்த மின் மிகைப்பு 100. இரண்டாவது அலகின் மின்மிகைப்பு, வீச்சுச் சிதைவு முறையே — 150; 5% ஆகும். இதில் வெளியீட்டின் 10% அதன் உள்ளீட்டில் எதிர்ப் பின்னூட்டமாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. இப்பொழுது வீச்சுச் சிதைவு என்ன? முதல் அலகின் மின் மிகைப்பு என்ன?

$$A_{f2} = \frac{150}{\frac{150}{10} + 1} = \frac{150}{16}$$

$$\therefore \quad A_1 = \frac{100 \times 16}{150} = 10{\cdot}7$$

$$D_f = \frac{5}{16} = {\cdot}313\%$$

3. ஒரு மும்முனையத்தின் $g_m = 4{\cdot}0\ mA/V$; $r_p = 2{\cdot}5\ K\Omega$. சேமிப்பானின் தடை 15 $K\Omega$. உமிழ்வானில் 500 Ω தடை மின்னேட்டப் பின்னூட்டமுண்டாக்குகிறது. இதனுல் உண்டாகும் மின்பெருக்கக் குறைவைக் கணக்கிடுக.

$$A = \frac{100 \times 15}{25 + 15} = 37{\cdot}5$$

$$A_f = \frac{100 \times 15}{25 + 15 + 0{\cdot}5\,(101)} = \frac{1500}{90{\cdot}5} = 16{\cdot}6$$

$$\text{குறைவு} = \frac{16{\cdot}6}{37{\cdot}5} \times 100\%$$

4. கதிர்த் திறன் குழலின் $r_p = 80K, g_m = 2{\cdot}2 mA/V$. மின்மாற்றியின் சுற்றுத் தகைவு 25 : 1. மின் மாற்றியின் துணைச்சுருளின் முழு மின்னழுத்தமும் எதிர்ப் பின்னூட்டமாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. இவ்வலகின் வெளியீட்டின் உட்தடை என்ன ?

வெளியீட்டில் V வோல்ட் கொடுத்தால் அந்த மின்னழுத்தம் உள்ளீட்டிற்கு வருகிறது. இதனால் சேமிப்பானில் $g_m V$ என்ற மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. இம் மின்னோட்டம் துணைச் சுருளுக்கு வரும்பொழுது $n^2 g_m V$ ஆகும். ஆகவே, தடை $\frac{1}{n g_m}$ $= 18\Omega$. குழலின் r_p, $\frac{r_p}{n^2}$ ஆக வெளியீட்டிற்கு வரும். இதன் மதிப்பு $= \frac{80000}{25 \times 25} = 128\ \Omega$.

$$\text{மொத்தத் தடை}\ \frac{18 \times 128}{128 + 18} = 16\Omega.$$

5. குறைந்த துணைத் தூண்டம் சேமிப்பான் ஒத்திசைவு அலைப்பியில் தொட்டிச் சுற்றுவழியின் தடை முறையே 20Ω, 40Ω இருக்கும்பொழுது முறையே $0{\cdot}74\ mH$, $0{\cdot}98\ mH$. ஆகிறது. இவ்வலைப்பியின் அலைவெண் என்ன? வெற்றிடக் குழலின் $\mu = 10$ $r_p = 20000\ \Omega$.

விடை :

$$g_m = \frac{10}{20000} = {\cdot}5\ mA/V$$

$$M \geq \frac{CR}{g_m} + \frac{L}{\mu}$$

$$0{\cdot}74 \times 10^{-3} = \frac{C \times 20 \times 20000}{10} + \frac{L}{10}$$

$$0{\cdot}98 \times 10^{-3} = \frac{C \times 40 \times 20000}{10} + \frac{L}{10}$$

$$\cdot 24 \times 10^{-3} = 40000C$$

$$C = 6 \times 10^{-9}\ F$$

$$\frac{L}{10} = 0{\cdot}74 \times 10^{-3} - 24 \times 10^{-5}$$

$$L = \cdot 5 \times 10^{-4}\ H$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{3 \times 10^{-13}}} = 29 \text{ KHz}$$

6. கம்பி வலை ஒத்திசைவு அலைப்பியின் இசைவிப்புக் கொண்மியின் மதிப்பு $0{\cdot}01 \mu F$. தடை 100 Ω குழலின் $\mu = 10$; $r_p = 10000\Omega$. அலைவியற்ற குறைந்த அளவு துணைத் தூண்டத்தைக் கணக்கிடுக.

விடை :

$$M = \frac{CR}{g_m} = \frac{10^{-8} \times 100 \times 10000}{10}$$

$$= 10^{-3}H = 1\ mH.$$

7. திரைவலைக் குழலின் எதிர்த்தடை —85 KΩ. சேமிப்பான் சுற்றுவழியில் 159, μH-ம், 25Ω தடையும் உள்ள சுருள் மாறியல் கொண்மியால் இசைவிக்கப்படுகிறது. எந்தக் குறைந்த அலைவில் அலைப்பு ஏற்படும் ?

விடை :

அலைப்பு ஏற்பட, தொட்டிச் சுற்றுவழியின் இணை ஒத்திசைவுத் தடை எதிர்த் தடையை விட அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.

இணை இசைவுத் தடை $\frac{L}{Cr}$.

$$\frac{159 \times 10^{-6}}{C \times 25} = 85000.$$

$$C = \frac{159 \times 10^{-6}}{25 \times 85 \times 1000}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\dfrac{159 \times 10^{-6} \times 159 \times 10^{-6}}{25 \times 85 \times 1000}}} = 1{\cdot}46 \text{ MHz}$$

8. ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியில் $L = 500\mu H$; $R = 20\ \Omega$; $C = 300\ pF$; குழலின் $\mu = 10$; $R_a = 50000\ \Omega$ ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழி கம்பி வலையில் உள்ளது. எந்தத் துணைத் தூண்டத்திற்கு இது அலைப்ப ஆரம்பிக்கும் ?

$$M = \frac{CR}{g_m} = \frac{300 \times 10^{-12} \times 20 \times 50000}{10}$$

$$= 30 \times 10^{-6}\ H.$$

9. ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியைச் சேமிப்பானில் கொண்ட அலைப்பியில் ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியின் தடை $= 30\ \Omega$. அலை நீளம் 600 m. எந்தத் தூண்டம், கொண்மி மதிப்புகளுக்கு 5000 Ω உட்தடையுள்ள மும்முனையம் உச்ச சக்தித் திறனைத் தொட்டிச் சுற்றுவழிக்கு அளிக்கும் ?

விடை :

$$\lambda = 600\ m.\quad f = \frac{3 \times 10^8}{600} = 500000\ \text{Hz}$$

$$500000 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

$$\frac{L}{Cr} = 5000.$$

அல்லது $\frac{L}{C} = 5000 \times 30 = 150000$

$$LC = \frac{1}{4\pi^2 \times 25 \times 10^{10}} \approx 10^{-13}$$

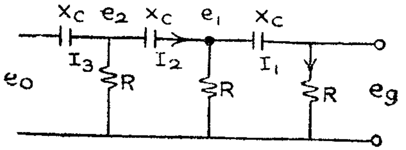
$$L^2 = 15 \times 10^{-9}.$$

$$L = 12{\cdot}3 \times 10^{-5}\ H = 123\mu H.$$

$$C = \sqrt{\frac{10^{-17}}{15}} = \frac{10^{-9}}{1{\cdot}23} = {\cdot}82 \times 10^{-9} F$$

$$= \mathbf{822}\ \mu\mu F.$$

10. தடைக் கொண்மி 3 பகுதிகள் உள்ள அலைப்பியின் அலைவெண், மின் மிகைப்பின் மதிப்பு ஆகியவைகளைக் கணக்கிடுக.



$e_g = I_1 R.$

$e_1 = I_1 (R - j X_c)$

$I_2 = I_1 + \frac{e_1}{R}$

$= I_1 \left[1 + \frac{R - j X_c}{R}\right]$

$e_2 = -jI_2 X_c + e_1$

$= I_1 \left[1 + \frac{R - j X_c}{R}\right] \times (- j X_c)$

$+ I_1 \left[(R - j X_c) \right]$

$I_3 = \frac{e_2}{R} + I_2 = I_1 \left[\frac{3R^2 - 4j R X_c - X_c^2}{R^2}\right]$

$e_o = I_3 (- j X_c) + e_2$

$= I_1 \left[\frac{R^3 - j6R^2 X_c^2 - 5RX_c^2 + j X_c^3}{R^2}\right]$

$\frac{e_o}{e_g} = \frac{R^3 - j6R^2 X_c - 5R X_c^2 + j X_c^3}{R^3}$

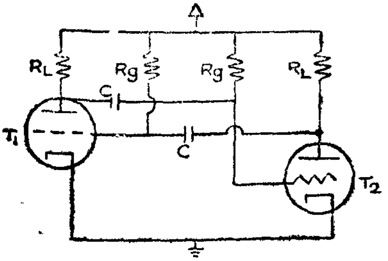
180° கோண மாற்றமுடைய j உள்ள எழுத்துகளின் மதிப்பு பூச்சியமாக வேண்டும். $X_c^3 - 6R^2 X_c = 0$

$\therefore \quad X_c^2 = 6R^2; \frac{1}{\omega C} = \sqrt{6} R. ; \omega = \frac{1}{\sqrt{6} CR}$

அப்பொழுது $\frac{e_o}{e_g} = -29$

11. தளர் அலைப்பி

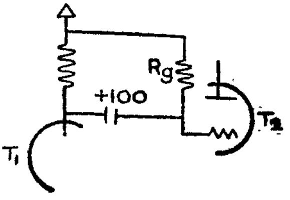
இதுவரை ஒழுங்கியக்க அலைவுகளை உண்டாக்கும் வழிகளை ஆராய்ந்தோம். எதிர் மின்னியல் துறையில் பலதரப்பட்ட அலை வடிவங்களை நாம் உபயோகப்படுத்துகிறோம். (உ-ம்.) செவ்வக அலை வடிவம், இரம்பப் பல் அலை வடிவம், அடுக்குக் குறித் துடிப்பு,முதலியவை. இவைகளுக்கு ஆதாரமாக,பல் அதிர்வியின் சுற்றுவழியை ஆராயவேண்டும். பல் அதிர்வி, ஒரு நிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்வி: இரு நிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்வி, நிலையற்ற பல் அதிர்வி என மூன்று வகைப்படும். இவை தளர்அலைப்பி என்கிற பாகுபாட்டில் அமைகின்றன. தளர் அலைப்பிகளில் இரண்டு நிலைகள் உண்டு.ஒன்றை மின்னோட்டம் இருக்கும் நிலை என்றும், மற்றதை மின்னோட்டம் இல்லாத நிலை என்றும் சொல்லலாம்; அல்லது, உண்டு, இல்லை; உண்மை, பொய்—இவ்வாறு தர்க்க ரீதியிலும் பேசலாம். ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு விநாடிக்குக் கோடியில் ஒரு பங்கில் மாறிவிடும். ஆனால் நிலை மாற்றம் தானாகவே ஆகின்றதானால் அது நிலையற்ற பல்லதிர்வி ஆகும். நிலைமாற்றம் புறத்தூண்டுதலால் ஏற்பட்டால் அது நிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்வியாகும்.



படம் 11—1.
நிலையற்ற பல்லதிர்வி

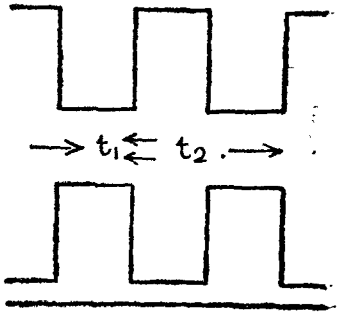
படம் 1-ல் நிலையற்ற பல்லதிர்வியின் வரைபடம் காணலாம். இது ஈரலகு மின் மிகைப்பி போலுள்ளது. ஆனால் இங்கு வெளியீட்டை நேராக உள்ளீட்டுடன் இணைத்திருக்கிறது. இரண்டாவது,கம்பிவலைகள் உமிழ்வானுடன் இணைக்கப்படாமல் சேமிப்பான் மின் நிரப்பியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆகவே இரு கம்பி வலை

களும்,கம்பி வலை மின்னோட்டத்தால் உமிழ்வான் அழுத்தத்திற்குப் பற்றுப் பொருத்தமடைகின்றன. உதாரணமாக $V_{BB} = 300\ V$. $R_g = 1M\Omega$ என்றால் R_g-ல் மின்னோட்டம் 300 மைக்ரோ ஆம்பியர். அதற்கான கிரிடின் மின்னழுத்தம் $+0{\cdot}5\ V$ ஆக இருக்கும்.இதைக் கிட்டத்தட்ட 0எனவே கொள்ளலாம் ஆகவே, பற்றுப் பொருத்தம்உண்டு. ஆனால் ஏதேனும் ஓர் அலகில் சிறிது மின்னோட்ட மாறுபாடு ஏற்பட்டால்,அது அடுத்த அலகின் கம்பி வலைக்கு வரும். உதாரணமாக T_1-ன் மின்னோட்டம் சிறிது அதிகரிக்கட்டும். இதனால் அதன் சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் சிறிது குறைவு ஆகும். கொண்மியால் திடீர் மின்னழுத்த வேறு பாட்டுக்குத் தன் மின்னூட்டத்தை மாற்றிக் கொள்ள முடியாது. ஆகவே இந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு T_2-ன் கம்பி வலைக்கு முழுமையாகவே வந்து சேரும். இது அழுத்த இறக்கமானதால் T_2-ன் மின்னோட்டம் குறையும். ஆகவே, அதன் சேமிப்பானில் மின்னழுத்த ஏற்றமுண்டாகும்.இவ்வேற்றம் T_1-ன் கம்பி வலைக்கு முழுமையாக வந்து அதன் மின்னோட்டத்தை அதிகப்படுத்தும். இதனால் சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் குறையும். இது T_2 கம்பி வலைக்கு வரும். ஆகவே இம் மாற்றங்கள் தொடர்ந்து விநாடியின் கோடியில் ஒரு பங்கிற்குள் T_2 மின்னோட்டமற்ற நிலை அடையும். T_1 முழு மின்னோட்ட நிலையில் இருக்கும். ஆனால் இடையிலுள்ள கொண்மிகள் இப்பொழுது சாவகாசமாக தம் மின்னழுத்தத்தை மாற்றிக் கொள்ளும். இக் கொண்மி களில் மின்னழுத்தம் ஏற ஏற,அவை களுடன் இணைக்கப்பட்ட கம்பி வலை களின் மின்னழுத்தங்கள் மாறுத லடையும். முக்கியமாக, நாம் மின் னோட்டமற்ற குழாயின் கம்பி வலை யைக் கவனிக்கவேண்டும். இதன் கம்பிவலையின் மின்னழுத்தம் வெட்டு மின்னழுத்தத்தை விட அதிக எதிர் மின் நிலையாக இருப்பதால் மின் னோட்டமற்றிருக்கிறது. இப்பொழுது தொடர்க் கொண்மியில் மின்னூட்டமுண்டாகும்பொழுது கம்பி வலையின் மின் னழுத்தம் அதிகமாகி வந்து வெட்டு மின்னழுத்தத்தைவிட அதிகமாகும்பொழுது T_2-ல் மின்னோட்டமுண்டாகும். இதனால் அதன் சேமிப்பானில் உண்டாகும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி T_1-ல் மின்னோட்டமற்றுவிடச் செய்யும். இப்பொழுது T_2-ல் முழு மின் னோட்டம் உண்டு.T_1-ல் மின்னோட்டமில்லை.ஆனால்T_1கம்பி வலை யில் இணைக்கப்பட்ட கொண்மி நிதானமாக மின்னூட்டமுண்டாகி, T_1 கம்பி வலையின் மின்னழுத்தத்தை ஏற்றி, மறுபடியும் T_1-ல் மின்னோட்டமுண்டாக்குகிறது .இப்பொழுது T_1 முழு மின்னோட்



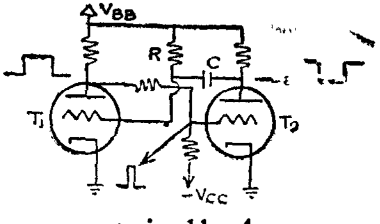
படம் 11—2.
T_1 கட்த்தியினின்றும் காப்பியாகும் தருணம்

டம் (அல்லது முழுக் கடப்பு) பெற்று T_2 காப்பு நிலை எய்தும். ஆகவே; தொடர்க் கொண்மிகளின் மின்னூட்ட நேரத்தைச் சார்ந்து T_1-ம், T_2-ம் மாறி மாறி, முழுக் கடப்பு, முழுக் காப்பு நிலைகளை எய்துகின்றன. இதனால் அவைகளின் சேமிப்பானில் அலைவு அமைப்பு செவ்வக வடிவமாக இருக்கும். t_1, t_2 ஆகிய நேரங்கள் அந்தந்த கம்பி வலையில் உள்ள கொண்மிச் சுற்று வழிகளின் நேரமாறிலிகளைப் பொறுத்தது. இந்நேர மாறிலிகள் ஒன்றுயின், $t_1 = t_2$. அப்பொழுது இப் பல்லதிர்வி சமச்சீராகும். t_1-ம், t_2-ம் மாறுபட்டிருந்தால் இப் பல்லதிர்வி சமச்சீரற்றது ஆகும். இருவகைப் பல் அதிர்விகளும் எண்ணியற் கணிப்பி, தொலைக் காட்சி நேரப் பகுப்புப் பல் வழி இணைப்பு முதலியவைகளில் பயன்படுகின்றன.



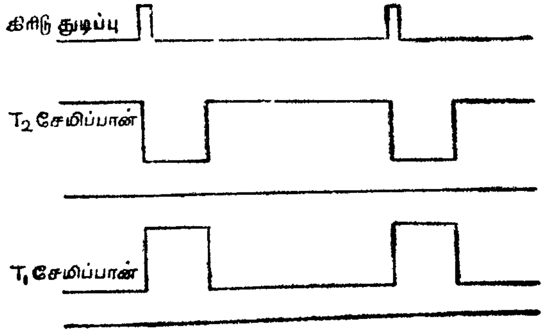
படம் 11—3.
சேமிப்பான் அலைவு வடிவங்கள்

அலகு இணைப்பில் ஒரு கொண்மிக்குப் பதில் மின் தடையை உபயோகித்தால் ஒரு நிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்வி உண்டாகும். இதில் T_1-ன் கம்பி வலை நேர் மின் நிரப்பிக்கும், T_2-ன் கம்பி வலை எதிர் மின் நிரப்பிக்கும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இதனால் T_1 முழுக் கடப்பில் இருக்கும்; T_2 காப்பில் இருக்கும். இப்பொழுது T_2 கம்பி வலையில் ஒரு நேர் மின் துடிப்பைக் கொடுத்து, அதை மின்கடப்பு நிலைக்குக் கொண்டு வந்தால் C என்ற கொண்மி மூலம் அதன் சேமிப்பானின் மின்னழுத்தக் குறைவு T_1 கம்பி வலைக்கு வந்து, T_1 ஐக் காப்பியாக்கும்; T_2 முழுக் கடத்தியாகும். ஆனால் கொண்மி நிதானமாக மின்னேற்றமடைந்து T_1 ஐக் கடத்தியாக்கும். அப்பொழுது T_2 காப்பியாகிவிடும். அடுத்த மின்துடிப்பு வரும் வரை இந்நிலை நீடிக்கும். நிலைமாற்ற T_2 கம்பிவலையில் நேர்மின் துடிப்பையோ,



படம் 11—4.
ஒரு நிலைப்பாட்டுப்பல் அதிர்வி.

T_1 கம்பி வலையில் எதிர் மின் துடிப்பையோ கொடுக்கலாம். இரண்டும் நிலைமாற்றமுண்டாக்கும். ஆனால் இம்மாறின நிலையில் CR என்கிற நேர மாறிலியைச் சார்ந்து சிறிது நேரமே இருந்து மறுபடியும் பழைய நிலையை வந்தடையும். ஆகவே நமக்கு நேர்மின் செவ்வகத் துடிப்பு வேண்டுமானால் T_1 சேமிப்பானிலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளலாம்; எதிர்மின் செவ்வகத் துடிப்பு வேண்டுமானால் T_2 சேமிப்பானிலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளலாம். இச்செவ்வகத் துடிப்புகளைத் திறப்பு எனவும் கூறுவர். ஆகவே ஒரு நிலைபாட்டுப் பல் அதிர்வியிலிருந்து நமக்கு நேர்மின் திறப்பு, எதிர்மின் திறப்பு ஆகிய இரண்டும் கிடைக்கும். இவை மூக்கியமாக, ரேடார், தொலைக்காட்சி, எண்ணியற் கணிப்பி ஆகியவைகளில் உபயோகப்படும். அதாவது ஒரு நிகழ்ச்சிக்குச் சிறிது நேரம் கழித்துஅடுத்த நிகழ்ச்சி,அதைத் தொடர்ந்து சிறிது நேரம் கழித்து அதற்கடுத்த நிகழ்ச்சி-இவ்வாருக ஒவ்வொன்ருக அடுத்தடுத்து மின் சுற்றுவழிகள் வேலை செய்ய இத் திறப்புகளை உபயோகிக்கிருர்கள்.

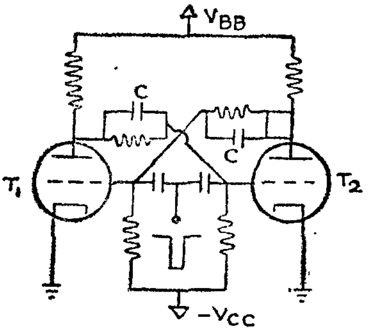


படம் 11—5.

ஒரு நிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்வி வரிவடிவங்கள்.

இரண்டு அலகு இணைப்புகளையுமே மின்தடையால் செய்தால் இரு நிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்வி உண்டாகும். இதில் மின்னூட்டச் சுற்றுவழி அமைவதால் ஏதேனும் ஒரு குழல் மின்கடத்தியாகவும் மற்றது மின் காப்பியாகவும் இருக்கும். கம்பி வலையில் மின் துடிப்பு கொடுக்கும் பொழுது இவை நிலைமாறும்; இம் மாறின நிலையிலேயே அடுத்த மின் துடிப்பு வரும் வரை இருக்கும். நிலைமாறும் நேரத்தைக் குறைக்க C, C எனக் குறியிடப்பட்ட கொண்மிகள் உபயோகப்படுகின்றன. அவைகளின்

கொண்மம் 50—200 மைக்ரோ மைக்ரோ பாரடாக இருக்கும். சாதாரணமாக, இரண்டு சேமிப்பான்களையோ அல்லது கம்பிவலைகளையோ சிறிய கொண்மிகளால் இணைத்து, இவ்விணைப்பில் எதிர்மின் துடிப்பைக் கொடுப்பார்கள். இவ்வெதிர்மின் துடிப்பு காப்பு நிலையிலுள்ள குழலை ஒன்றும் செய்யமுடியாது; ஆனால் கடப்பு நிலையில் உள்ள குழலில் நிலை மாற்றம் உண்டாக்கும். இது காப்பு நிலையடையும். அதனால் காப்பு நிலையிலுள்ள குழல் கடப்பு நிலையை அடையும். சிறு கொண்மிகள் எதிர்மின் துடிப்பை அடுக்குக் குறித் துடிப்பாக மாற்றி விரைவில் மறைந்து விடச் செய்யும்.



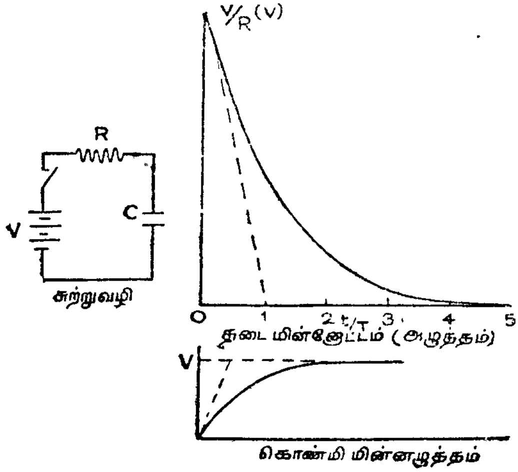
படம் 11—6.
இரு நிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்வி.

படம் 6 ஐக் கவனிப்போம். முதலில் கொண்மியில் மின்னேற்றமே இல்லை என்று கொள்வோம். அப்பொழுது அதன் இரு புறமும் மின்னழுத்த வேற்றுமையிராது. இணைப்பியைப் போட்டதும் சுற்று வழியில் மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. அம் மின்னோட்டம் $\frac{V - V_c}{R}$. இதில், V_c கொண்மியின் மின்னழுத்தம். அது முதலில் பூச்சியம் ஆகும். ஆகவே மின்னோட்டம் $\frac{V}{R}$. மின்னோட்டத்தால் மின்னேற்றமுண்டாகிறது. மின்னேற்றம் = மின்னோட்டம் × நேரம். மின்னேற்றத்தால் V_c உண்டாகிறது. $V_c = \frac{\text{மின்னேற்றம்}}{C}$. மின்னேற்றம் உண்டாவதால் மின்னோட்டம் குறைகிறது. கடைசியில் கொண்மியின் மின்னழுத்தம் V ஆகும் பொழுது மின்னோட்டம் நின்றுவிடுகிறது. இதற்கு மேல் இணைப்பு போட்டிருந்தும் சுற்று வழியில் மின்னோட்டமிராது. இப்பொழுது காலத்திற்கேற்றவாறு மின்னோட்டம், தடை மின்னழுத்தம், கொண்மி மின்னழுத்தம் எவ்வாறு மாறுகின்றன என்று பார்க்கலாம். இவை அடுக்குக் குறி வடிவமாகவே அமைந்துள்ளதைக் காணலாம்.

$$I = \frac{V}{R} e^{-t/CR}$$

$$V_a = V e^{-t/CR}$$

$$V_c = V(1 - e^{-t/CR})$$



படம் 11—7

மின்னழுத்தக் கொண்மி.

இதில் e நெபரியின் மடக்கை அடி மதிப்பு 2·718... CR என்பதை நேர மாறிலி என்றழைப்போம். இதில் எல்லா வடிவங்களும் அதன் தொடக்கச் சரிவிலே நேர் கோடாகச் சென்றிருந்தால் நேரமாறிலி நேரத்தில் அதன் முடிவு மதிப்புக்கு வந்துவிடும் என்பதைக் காணலாம். ஆகவே, சிறுமதிப்பு மின்தேக்கி உபயோகிப்பதால் வரிவடிவங்கள் மிகக் குறைந்த நேரத்தில் அவைகளின் முடிவு மதிப்புக்கு வந்துவிடும். பொதுவாக முடிவு மதிப்புடைய 5—6 நேர்மாறிலி அளவு நேரம் போதும் என்று கொள்ளலாம்.

கொண்மி, தடை தொடர் சுற்றுவழிகளைப் பல சுற்று வழிகளில் உபயோகப்படுத்துகிறோம். உதாரணமாக V_c ஐ எடுத்துக் கொள்வோம். அதன் மதிப்பு $V\,[1 - e^{-x}]$. இதில் $x = t/CR$.

$e^{-x} = 1 - x + \frac{x^2}{2.1} - \frac{x^3}{3\cdot2\cdot1} + \ldots\ldots$ என்று அடுக்குத் தொடராகக் காண்பிக்கலாம். இதில் x-ன் மதிப்பு ஒன்றுக்கும் குறைவாக இருக்கும்பொழுது அடுக்குத் தொடரிலுள்ள எல்லா உறுப்பு

களையும் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டியதில்லை. பெரிய அடுக்குகளின் மதிப்பு மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். ஆகவே

$$V_c \approx \left(x - \frac{x^2}{x}\right)V$$

$$= \frac{Vt}{CR}\left(1 - \frac{t}{2CR}\right)$$

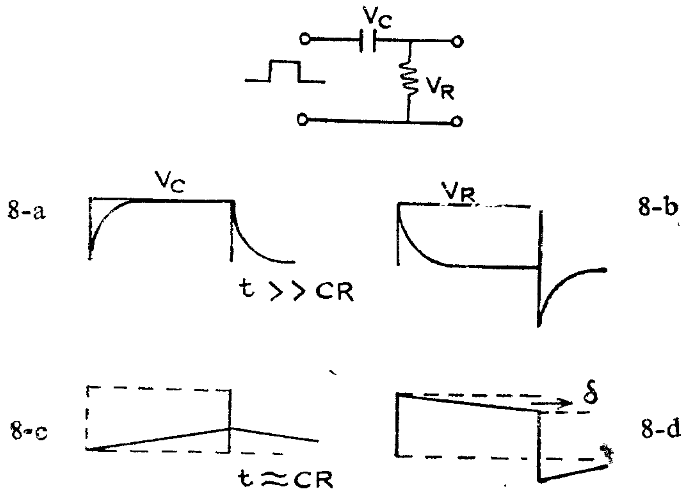
இதில் முதல் உறுப்பு, V-ன் தொகை காண் மதிப்பை CR-ஆல் வகுத்து வருவது ஆகும் ஆனல் அதைத் தொகை காணுகைக் கொள்வதால்வரும் வேறுபாடுஅதற்கு $\frac{t}{2CR}$ மதிப்புடையதாகும்.

அதாவது $\frac{t}{CR} = 0{\cdot}2$ என்ருல், தவறு 5% ஆகும். நாம் 5% தவற்றைப் பொறுத்துக் கொள்ள முடியுமானல் கொண்மியின் மின்னழுத்தம் மின்நிரப்பியின் நேரத் தொகை காணுகைக் கொள்ளலாம். அதேபோல் தடை மின்னழுத்தத்தைப் பார்ப்போம். அது துடிப்புடன் எழுந்து விரைவில் அணைந்து விடுகிறது. அதன் மொத்த நேரம் 5 CR. நாம் கவனிக்கும் நிகழ்ச்சி இந் நேரத்தை விட அதிக நேரம் இருக்குமானல்,அதாவது $t >> 5\ CR$ ஆனல் அப்பொழுது தடை மின்னழுத்தம் மின்னிரப்பியின் வகையிடலைக் குறிப்பிடுவதாகக் கொள்ளலாம். ஆக, உள்ளீடு நிகழ்ச்சியின் நேரத்தைப் பொறுத்து V_c ஐத்தொகை காணுகவோ, V_a வகையீட்டாகவோ கொள்ளமுடியும். இது இயங்குச் சுற்று வழியின் மூலம் கணிதச் செயல்படுத்துதலாகும்.

திறப்பு வடிவங்களை CR சுற்று வழிகளிலிட்டு அடுக்குக் குறி வடிவங்களை அடையலாம். இது நேர மாறிலியின் நேரத்தைப் பொறுத்தது. படம் 8-ல் வரிவடிவங்களைக் காணலாம்.

இதிலிருந்து பல உண்மைகளை நாம் தெரிந்து கொள்ளலாம். எந்த மின் சுற்று வழியையோ அல்லது மிகைப்பி அலகையோ எடுத்துக் கொண்டாலும், அவற்றில் நிரவலாகக் கொண்மிகளும் கசிவுக் கொண்மிகளும் இருந்தே தீரும்.ஏனென்ருல் எவையேனும் இரு மின் கடத்திகளுக்கு இடையே மின்காப்பி அமைந்திருந்தால் அது ஒரு கொண்மி ஆகிவிடும். இந்த உதிரிக் கொண்மிகள் மின் சுற்றுவழியின் அலைவெண் நடத்தையை மாறுபடுத்தும் அல்லது கட்டுப்படுத்தும். கொண்மிகளின் அளவைக் கூடுமான வரைக் குறைக்கலாம். ஆனல் அவை இல்லாமல்

சுற்று வழியமைக்க முடியாது. இந்த உதிரி அல்லது புல்லுருவிக் கொண்மிகள் இணையாக வரின், செவ்வக உள்ளீட்டு



படம் **11—8.**

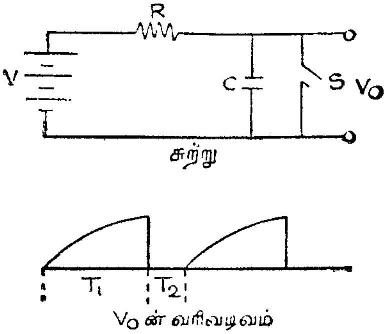
கொண்மி தடைச்சுற்றுவழியும் அதன் செவ்வகத் துடிப்பியக்கமும்

மின்னழுத்தம் வெளியீட்டில் ஓரங்கள் மழுப்பப்பட்டு வரும் (படம் 8-*a*). கொண்மி தொடராக வரும்பொழுது வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தின் வடிவம் உயர் மட்டம் சாய்ந்து வரும் (படம் 8-*d*). ஆகையால் நாம் ஓர் இணைபாட்டுக்கு வர வேண்டும். அதாவது மழுப்பலை எந்த அளவு வரை ஒப்புக் கொள்ளலாம்; சாய்வை எந்த அளவு வரை ஒப்புக் கொள்ளலாம் என்ற முடிவேயாகும். உதாரணமாக, $\frac{\delta}{A}$ ஆனது 5 சதவீதத்திற்கும் குறைவாக இருந்தால் வெளியீடு செவ்வகத் தன்மையது என்று எடுத்துக் கொள்ளலாம். அதே போல் செவ்வக வரிவம் வெளியீட்டில் அதன் உச்ச வீச்சை அடைந்து விட்டால் போதும்; அதைச் செவ்வக வடிவம் என்று சமாதான மடையலாம். இது வீச்ச உருக்குலைவற்ற மின்மிகைப்பியின் சிறப்பியல்பைக் குறிப்பிட உதவுகிறது.

மேலே 8(*a*) 8(*d*) ஆகிய வடிவங்களை ஆராய்ந்தோம். 8(*b*), 8(*c*) ஆகிய வடிவங்களை எங்கு உபயோகப்படுத்துகிறோம்? இருநிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்வி,ஒரு நிலைப்பாட்டுப் பல்

அதிர்விகளில் நிலைமாற்றமுண்டாக்க மின் துடிப்புகளை இணைக்க வேண்டும் என்று குறிப்பிட்டோம். துடிப்பு நிலைமாற்றத்தைத் துவக்க உதவ வேண்டுமேயன்றி அது தொடர்ந்து இருந்தால் இரு நிலைபாட்டுப் பல் அதிர்வியில் மற்றொரு நிலை மாற்றம் ஏற்படுத்தக்கூடும். ஒரு நிலைபாட்டுப் பல் அதிர்வியில் வெளியீட்டு மின்னழுத்த வடிவத்தின் இருப்பு நேரம் மின் துடிப்பின் இருப்பு நேரத்தைப் பொறுத்து இருக்கும். இவ்விரண்டும் நாம் எதிர்பார்க்கும் வெளியீட்டைத் தாரா. ஆகவே மின் துடிப்பு நிலை மாற்றம் ஏற்பட்டதும் மறைந்து விட வேண்டும். ஆகவே கொண்மி,மின் தடை மூலம் இத் துடிப்பை உள்ளீட்டிற்கு இணைத்து, இச் சுற்று வழியின் நேர மாறிலியைத் தக்கவாறு அமைத்துக் கொண்டால் உள்ளீட்டில் வரும் அடுக்குக் குறி துடிப்பின் வீச்சு குறைந்து கொண்டே வந்து மேற்கொண்டு சுற்று வழியின் நிலை மாற்றும் அளவு வீச்சற்றதாகப் போய்விடும் ஆகவே ஒரு நிலைபாட்டு, இரு நிலைபாட்டுப் பல் அதிர்விகளின் உள்ளீட்டிற்குப் படம்8-cல் குறிப்பிட்டவாறு மின்னழுத்த வடிவம் வருமாறு அமைக்கிறோம்.

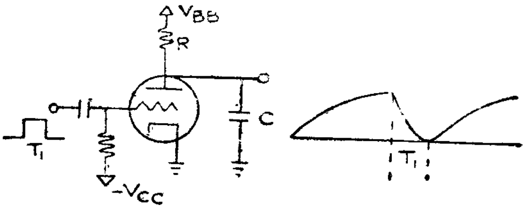
படம் 8 (c)-ல் குறிப்பிட்ட வரிவடிவம் இரம்பப் பல் வரிவடிவம் அமைக்க உதவுகிறது. இரம்பப் பல் வரிவடிவம் எதிர் முனைக் கதிர்க் குழலிலும்,தொலைக் காட்சிப் படக் குழலிலும் எதிர் மின்னியை ஒரு படி நேர தூரச் சமன்பாட்டில் போக வைக்க உதவுகிறது ; (அதாவது $x = kt$ என்ற சமன்பாட்டில்). இதற்குப் படம் 9-ல்இணைப்பி திறந்திருக்கும் பொழுது கொண்மியின் மின்னழுத்தம் அதிகரித்துக் கொண்டே போகும். ஒரு குறிப்பிட்ட இடை நேரத்திற்குப் பின் இணைப்பி மூடினால் கொண்மியின் மின்னேற்றம் உடனே குறைந்து விடும். இணைப்பி திறந்தவுடன் மின்னழுத்தம் மறுபடியும் அதிகரிக்கும்.இது போல் இணைப்பியை மிகச் சிறிய காலம் மூடி, பிறகு திறந்து, பிறகு சிறிது நேரங் கழித்து மூடி, இதே போல் செய்து வந்தால் கொண்மியின் மின்னழுத்த வரிவடிவம் படம் 9-ல் காட்டப்பட்டது போல் அமையும்.



T_1 சுவிட்சு திறந்திருக்கும் நேரம்
T_2 சுவிட்சு மூடியிருக்கும் நேரம்

படம் 11—9.
இரம்பப் பல் வடிவியற்றி

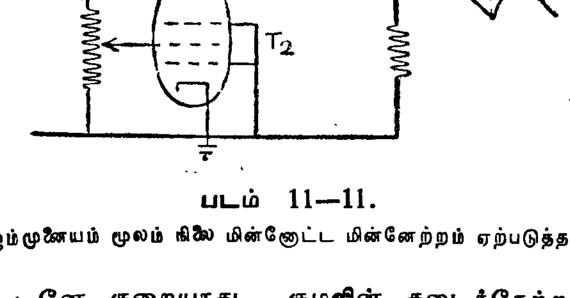
இதில் T_1 இணைப்பி திறந்திருக்கும் நேரம், T_2 இணைப்பி மூடப்பட்டிருக்கும் நேரம். ஆனால் படம் $x = kt$ என்ற சமன்பாட்டில் அமைய T_1, CR ஐ விடக் குறைவாகவே இருக்க



படம் 11—10.

மும்முனையத்தைச் சுவிட்சுக்குப் பதில் உபயோகித்தல்

வேண்டும். இணைப்பிக்குப் பதில் ஒரு மும்முனையம் அமைக்கலாம். அப்பொழுது மின் சுற்று வழி படம் 11-10ல் குறிப்பிட்டது போல் அமையும். $T_1 << CR$ என்றால் கொண்மியின் வீச்சின் அதிக மதிப்பு $\frac{V_{BB}\,T}{CR}$ ஆகும். ஆக, குறைந்த மதிப்புள்ளதாகும். மேலும் கொண்மியின் மின்னிறக்கம் மும்முனையம் மூலமாதலால்



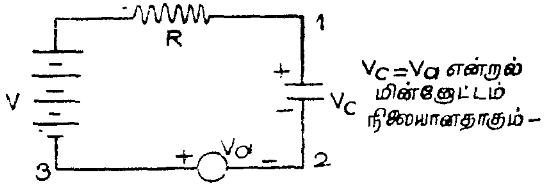
படம் 11—11.

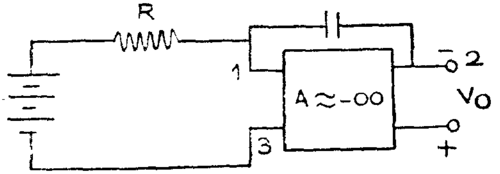
ஐம்முனையம் மூலம் நிலை மின்னோட்ட மின்னேற்றம் ஏற்படுத்தல்

அது உடனே குறையாது. குழலின் தடைக்கேற்றவாறு cr என்ற நேர மாறிலிக்கு ஏற்பக் குறையும். 11-10-ல் குழல் முதலில் மின்காப்பியாக இருக்கும். நேர்மின் துடிப்பு க. வலையில்

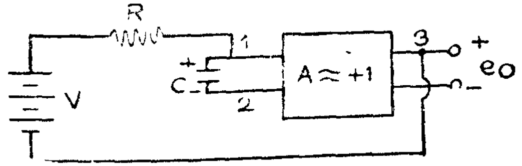
உள்ள வரை கடத்தியாக இருக்கும். துடிப்பு நின்றதும் மறுபடியும் காப்பியாக மாறிவிடும்.

மின்னழுத்த மாறுதல் அடுக்குக் குறி வடிவமானது. அதனை ஒருபடிச் சமன்பாட்டு வடிவமாக்க வேண்டும். அது ஒருபடிச் சமன்பாட்டிலிருந்து மாறக் காரணம் மின் தடையின் மின்னழுத்த வேறுபாடு மின்தேக்கியின் மின்னேற்றத்தால் குறைகிறது. அதனால் மின்னோட்டம் குறைகிறது. மின் தடையின் மின்னோட்டம் அழுத்தச் சார்பற்று ஒரே நிலையாக இருந்தால் கொண்மி மின்னழுத்தம் ஒருபடிச் சமன்பாட்டில் ஏறும். இதற்கு





(b) மில்லர் தொகையிடல் முறை



(c) காலணிக் கயிறு முறை

படம் 11—12.

மின்மிகைப்பி மூலம் ஒருபடிச் சமன்பாடாக்கல்

ஐம்முனையத்தை உபயோகிக்கலாம். படம் 11-ல் T_1 மின்னிறக்கும் குழல்; T_2 மின்னேற்றும் குழல். T_2-ன் மின்னோட்டத்தைத் திரைவலையின் மின்னழுத்தத்தின் மூலம் மாற்றலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரம் t-ல் C ன் மின்னழுத்தம் $\frac{It}{C}$, ஆகவே, ஒரு

படிச் சமன்பாட்டு அலை வடிவம் கிடைக்கிறது. ஆனால் அலை வடிவத்தை T_2-ன் சேமிப்பானிலிருந்து எடுப்பதால் தலை கீழாக வருகிறது.

இரண்டாவது முறை : கொண்மி, தடை சுற்றுவழியில் கொண்மியின் மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறு ஒரு மாறுபடும் மின் நிரப்பியைச் சேர்ப்பது, படம் 12-ல் V_a, V_c-ஐயே தொடர்ந்து வந்து கொண்டிருந்தால் மின் தடையின் மின்னழுத்தம் மாறாது. அப்பொழுது மின்னோட்டமும் மாறாது. இதை 12 (*b*), 12 (*c*) ஆகிய படங்களில் காட்டப்பட்ட வழிகளில் எய்தலாம். படம் 12 (*b*)-ல் $V_c = V_a$ ஆனால், மின்மிகைப்பியின் உள்ளீட்டு மின்னழுத்தம் பூச்சியமாகிவிடும். ஆனால் வெளியீட்டில் V_a வரவேண்டும். ஆனால் மின்னழுத்த இலாபம் அதிகமாக இருந்தால் இந்த உள்ளீட்டின் மதிப்பு குறைவாகவே இருக்கும். உள்ளீட்டின் மதிப்பு $V_c - V_a$. வெளியீடு V_a.

ஆகவே $A = \dfrac{V_a}{V_c - V_a}$. மின்னோட்டம் $\dfrac{V - \frac{V_a}{A}}{R}$;

$$V_a = V_c \times \frac{A}{1 + A}$$

dt என்ற நேர அளவில் V_c-ன் மின்னேற்றம் $\dfrac{V - \frac{V_a}{A}}{R} \times dt$

$$\therefore \quad dV_c = \frac{\left(V - \frac{V_a}{A}\right)}{RC} dt = \frac{d V_a (1 + A)}{A}$$

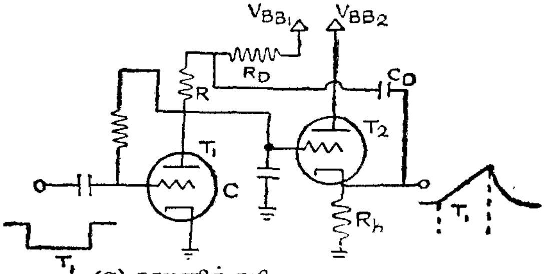
$$\frac{A}{1 + A} \frac{V}{RC} = \frac{d V_a}{dt} + \frac{V_a}{(1 + A) RC}$$

$$\therefore \quad V_a = AV \left[1 - e^{-\frac{t}{(1 - A) RC}}\right]$$

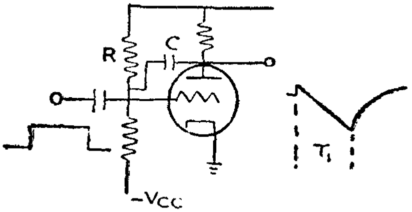
$$= AV \left[\frac{t}{(1 + A) RC} - \frac{t^2}{2 (1+A)^2 R^2 C^2} + \cdots\cdots\right]$$

$$\approx \frac{Vt}{RC}. \text{ ஏனென்றால் } A >> 1.$$

ஒருபடித் தன்மைக் குறை $\frac{1}{2(1+A)RC}$. இதில் A-ன் மதிப்பு அதிகமாக இருப்பதால் இது மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். படம் 13 (b) வழக்கில் புழங்கும் ஒரு மில்லர் தொகையிடல் சுற்று வழியைக் காட்டுகிறது.



(a) காலணிக் கயிறு முறை



(b) மில்லர் தொகையிடல் முறை

படம் 11— 3.

நடைமுறைச் சுற்று

காலணிக் கயிறு முறையில் மின்மிகைப்பியின் மின்னழுத்த இலாபம் ஒன்ருக இருக்க வேண்டும். வெளியீடும் உள்ளீடும் ஒரே கட்டமாக அமைய வேண்டும். இதற்கு உமிழ்வான் பின்ளுேடி மின்மிகைப்பியை உபயோகப்படுத்த வேண்டும்.

முன்பு கூறியதுபோல்,

$$dV_c = \frac{V - (V_c - V_a)}{CR}\,dt$$

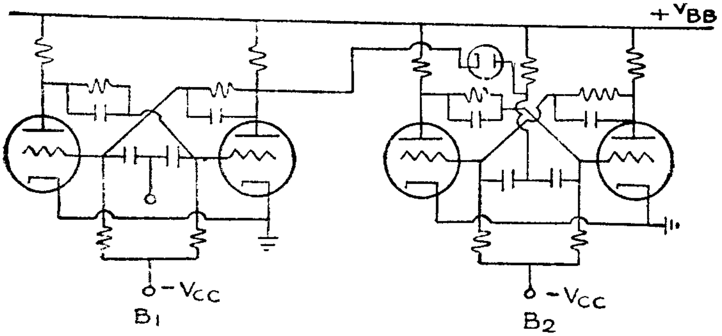
$$\frac{dV_c}{dt} + \frac{V_c(1-A)}{CR} = \frac{V}{CR}$$

$$V_c = \frac{V}{1-A}\left[1 - e^{-\frac{t}{CR}(1-A)}\right]$$

$$\simeq \frac{Vt}{CR} - \frac{Vt^2(1-A)}{2C^2R^2}$$

ஒரு படித்தன்மைக் குறை $= \frac{t(1-A)}{2CR}$. இதில் A-ன் மதிப்பு ஒன்றுக்கு அருகில் இருப்பதால் இக் குறை இல்லை என்றே கூறலாம். படம் 13(a)-ல் இம் முறை குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது. V என்ற மின் நிரப்பிக்குப் பதில் C_D என்கிற கொண்மி உபயோகப் படுகிறது. C_D-ன் கொண்மம் C ஐவிட அதிகமாக இருப்பின் அதன் மின்னழுத்த மாற்றம் மிகக் குறைவென்றே கொள்ளலாம். குழல் T_1 இணைப்பியாகப் பயன்படுகிறது.

இரு நிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்வி எண்ணியாகப் பயன்படு கிறது. படம் 5-ல் உள்ள சுற்றில் எதிர்மின் துடிப்பு கொடுப்ப தாகச் சொன்னோம். T_2-ன் சேமிப்பானைப் பார்த்தால் காப்பி யாக இருக்கையில் அதன் மின்னழுத்தம் V_{BB} ஆகும். கடத்தி யாகையில் V_o என்று எடுத்துக் கொள்வோம். ஆகவே ஒரு துடிப்பின் பின் V_o ஆனால், அடுத்தத் துடிப்பின் பின் V_{BB} ஆகும். பின் V_o; அதன்பின் V_{BB}; இப்படித் துடிப்புக்கு ஏற்றவாறு மாறிக் கொண்டே இருக்கும். இம் மின்சுற்று வழியை இரட்டை என்று கூறுவோம். அதைப் படத்தில் காட்டியதுபோல் அடுத்த



படம் 11—14.

இரு சமன்பாடு பல் அதிர்வியை ஈரெண் அளவியாக உபயோகித்தல்

இரட்டைக்கு இணைத்தால், இரு முனையம் இருப்பதால் எதிர்மின் மாற்றமே அடுத்த இரட்டைக்கு வரும். நேர்மின் மாற்றம் வர

முடியாது. இவ்வாறு இரட்டைகளை இணைத்துக் கொண்டே போகலாம். R_1 என்ற மின் தடைக்குப் பதில் ஒரு மின் விளக்கைப் பொருத்தலாம். முதலில் எல்லா இரட்டைகளிலும் T_2 கடத்தியாக இருக்கட்டும். துடிப்புகளை B_1-க்கு இணைப்போம். முதல் துடிப்பில் B_1-ன் T_1 கடத்தியாகிறது. ஆகவே அந்த விளக்கு எரியும். B_1-ன் T_2 கடத்தியிலிருந்து காப்பியாவதால் நேர்மின் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. அது B_2 ஐ நிலை மாற்றுது. இரண்டாவது துடிப்பில் T_2 கடத்தியாகிறது. ஆக, B_1-ன் விளக்கு அணையும். ஆனால் T_2 -க்கு எதிர்மின் நிலைமாற்றம் ஏற்படும். ஆக B_2-ன் T_2 காப்பியாகிறது. அதனால் B_2-ன் விளக்கு எரியும். விளக்கு எரிந்தால் 1 என்றும்எரியாவிட்டால் 0 என்றும் கொள்ளலாம்.

துடிப்புகள்	B_4	B_3	B_2	B_1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0

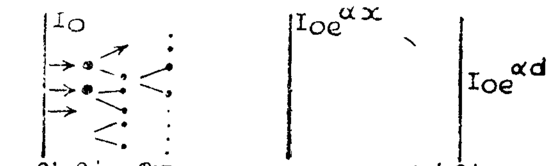
தசமக் கணக்கில் ஒன்றுத் தானம்,பத்துத் தானம் என்று குறிப்பிடுவது போல் இந்த இரட்டைக் கணக்கு முறையில் ஒன்றுத் தானம், இரண்டுத் தானம், நான்குத் தானம், எட்டுத் தானம் என்று குறிப்பிடவேண்டும். அதாவது இரட்டைகளின் அடுக்கு, இரண்டை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஓர் எண் வரிசையைக் குறிப்பிடுவதாகும். இரண்டு அடிப்படையில் பார்த்தால் ஒன்று அல்லது இல்லை என்ற எண்களே வருகின்றன. ஆகவே இதை மின்னியல்படுத்துவது எளிதாகிறது. இதை அடிப்படையாகக் கொண்டே மின்னணுவியல் கணிப்பான் (கம்ப்யூடர்) செய்கிறார்கள்.

12. வளிமக் குழல்களும் அவைகளின் உபயோகங்களும்

இதுவரை வெற்றிடக் குழல்களின் சிறப்பியல்புகளையும் அவைகளின் உபயோகங்களையும் பார்த்தோம். குழல்களிலுள்ள வெற்றிடத்தை வளிமம் கொண்டு நிரப்பினால் அவைகளின் சிறப்பியல்புகள் எவ்வாறு மாறுபாடடைகின்றன என்பதைக் கவனிப்போம். எந்த வளிமங்களை உபயோகப்படுத்தலாம்? முதலாவது இவ் வளிம அணுக்கள் குழலிலுள்ள உறுப்புகளுக்கு உபயோகப்படும் மாழைகளுடனோ வெளிச்சூழ் திரைக்கண்ணாடி அல்லது மாழையுடனோ வேதியியல் வினை கொள்ளக் கூடியதாக இருக்கக் கூடாது. ஆகவே மந்த வளிமங்களான ஹீலியம், ஆர்கான், கிரிட்டான், க்ஜெனான், நியான் ஆகியவை உபயோகப்படுகின்றன. சில குழல்களில் நீர் வளிமமும் உபயோகப்படுகிறது சோடியம், பாதரசம் ஆகியவைகளின் ஆவியையும் உபயோகப்படுத்தலாம். ஆனால் முதலில் மின்குழலைப் பூரண சூன்ய நிலைக்குக் கொண்டுவர வேண்டும். பிறகு வளிமத்தை வேண்டிய அளவு உள் செலுத்த வேண்டும். குழலினுள் நீராவியோ உயிர் வாயுவோ ஒரு சிறிதளவு கூட இருக்கக் கூடாது.

சூழ்ந்திருக்கும் வெப்ப நிலைக்கேற்றவாறு வளிம அணுக்கள் சக்தி பெற்றிருக்கின்றன. இச் சக்தி போல்ட்ஸ்மன் விதிப்படி அதன் சலன திசைகளுக்கேற்றவாறு ஒவ்வொரு திசைக்கும் $\frac{1}{2}kT$ (இதில் k போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி. T வெப்பநிலை அடிப்படை வெப்ப அளவில்) இருக்கும். x, y, z ஆகிய மூன்று திசைகளோடு சுழல் விசைகளையும் சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டும். நமக்கு இப்பொழுது வளிமக் குழல்களின் சிறப்பியல்பை ஆராய nkT என்கிற சராசரிச் சக்தியுடன் வளிம அணுக்கள் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். அப்பொழுது இவ்வணுக்கள் எல்லாத் திசைகளிலும் சரிசம வாய்ப்புடன் நகரும். இவ்வாறு செல்கையில் ஒன்றோடொன்று மோதிக்கொள்ளும். இந்த ஒழுங்கற்ற பெயர்ச்சிகளால்

இம் மோது தூரங்கள் பல நீளங்களுடன் அமையும். இவைகளின் சராசரி நீளம் சராசரிக் கட்டில்லா வழி எனக் கூறப்படும் இச் சராசரிக் கட்டில்லா வழி வளிம அழுத்தத்தைப் பொறுத்தது. அழுத்தம் அதிகமானால் சராசரிக் கட்டில்லா வழி குறையும்.



$I_a = I_o e^{\alpha d}$ எல்லாம் எதிர்மின்னிகளால் ஆனவை.

x தளத்தில் $I_o e^{\alpha x}$ எதிர்மின்னிகளால் ஆனது.

$I_o [e^{\alpha d} - c^{\alpha x}]$ நேர்மின் குறையணுக்களால் ஆனது.

எதிர்மின் முனையில் I_o எதிர் மின்னிகளால் $I_o (e^{\alpha d} - 1)$ குறையணுக்களால்

படம் 12—1.

எதிர்மினனிப் பெருககம்

இவ்வளிம அணுக்களுக்கிடையே எதிர்மின்னி இருப்பதாகக் கொள்வோம். வளிம அணுவின் சராசரிச் சக்தி குறைவாக இருக்கிறது. இரண்டாவது அணுவின் வேகம் மிகக் குறைவு. சக்தி = $\frac{1}{2} \times$ (பொருண்மை) $\times$ (வேகம்)^2. வளிம அணுவின் பொருண்மை எதிர்மின்னியை விட மிக மிக அதிகம். ஆகவே வேகம் மிகக் குறைவாகிறது. எதிர்மின்னியின் பொருண்மை மிகக் குறைவாக இருப்பதால், அதே சக்திக்கு அதன் வேகம் மிக அதிகமாகிறது. ஆகவே, எதிர்மின்னியுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது வளிம அணு நிலையாகவே இருப்பதாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். வளிம அணுக்கள் கிட்டத்தட்ட அசைவற்ற தன்மையில் இருக்கையில் எதிர்மின்னிக்கும் வளிம அணுவுக்கும் உள்ள சராசரிக் கட்டில்லாத வழி அணுவுக்கும் அணுவுக்கும் உள்ள கட்டில்லாத வழியை விட மிக அதிகமாகும்.(அது சுமார் 2·8மடங்கு இருக்கும்).வளிமக் குழலுள் ஓர் எதிர்மின்முனை ஒரு நேர்மின் முனை அமைத்து,அவைகளுக்கிடையே ஒரு மின்னழுத்த வேற்றுமை உண்டாக்கலாம்.

அதனால் மின்முனைகள் இடைவெளியில்ஒரு மின்புலம் அமையும். நம் உலகத்தைச் சுற்றியுள்ள வளியில் பரிதியின் கதிர்கள் படர் கின்றன. பரிதியின் கதிர்களில் ஒளி அலைக் கதிர்களுடன் புற ஊதாக் கதிர்கள், காஸ்மிக் கதிர்கள், உள்ளன. இவைகளில் புற ஊதா, காஸ்மிக் கதிர்கள் வளி வளிம மண்டலத்தால் அநேகமாக தடுக்கப்பட்ட போதிலும், சிறிதளவு பூமியை வந்து அடை கின்றன. இவை அதிகச் சக்தி வாய்ந்தவை. இவைகளின் சக்தியால் வளிமக் குழலிலுள்ள மிகச் சிறிதளவு வளிம அணுக் கள் குறையணுக்கள் ஆகின்றன. அதாவது ஒரு நேர்மின் குறையணுவும் ஓர் எதிர் மின்னியும் ஆக வளிம அணு பிரியும். இதை உமிழ்வான்கள் பகுதியில் விளக்கியிருக்கிறோம். கதிர்மின் ஃபோடான் ஆற்றல் வளிம அணுவின் குறையணுப்படுத்த சக்திக்கு அதிகமாயிருப்பின், வளிம அணு ஃபோட்டான் சக்தி யைக் கவர்ந்து நேர்க்குறையணு, எதிர்மின்னி என்று பிரியும். இவ்வாறு கிடைத்த சில எதிர் மின்னிகள் மின் புலத்தில் முடுக்கப் படுகின்றன. சிறிது தூரம் சென்றபின் வாயு அணுவுடன் மோதல் உண்டாகிறது. இம்மோதல் மூன்று வகைப்படும். முதல்வகை மீள்சக்தியுடைய மோதல். இதில் எதிர்மின்னியின் சக்தி மாறுதலை அடைவதில்லை; திசை மாறுதலே உண்டாகிறது. இரண்டாவது வகை மீள்சக்தியற்ற மோதல். இதில் எதிர்மின்னியின் சக்தி மாறுதலடைகிறது. எதிர்மின்னியின் மோதலால் வளிம அணு சுலபமாக அசையப்போவதில்லை. அதன் பொருண்மை அதிக அளவில் உள்ளதே இதற்குக் காரணம். ஆனால் வளிம அணுவைச் சுற்றிவரும் எதிர்மின்னிகள் மேலும் எதிர்மின்னியின் சக்தியால் இடமாறுதல் பெறலாம். இடமாறுதல் சக்தி மாறு தலைத்தானே குறிக்கும். கோளப்பாதை எதிர்மின்னிகள் சக்திக்கு ஏற்றவாறு கோளப்பாதையில் போகின்றன. சக்தி மாறியதால் வேறு கோளப்பாதையில் செல்ல வேண்டும். அதிகச் சக்தி அடைந்தால் அணுவின் ஈர்ப்பிலிருந்தே வெளி வந்துவிடும், இதற்குக் குறையணுப்படுத்தம் என்பது பெயர். வெறும் கோளப் பாதை மாற்றமேற்பட்டால் அதற்குக் கிளர்ச்சி என்பது பெயர். கிளர்ச்சி நிலையிலிருந்து பழைய நிலைக்கு வரும்பொழுது கிளர்ச்சி ஆற்றல் மின்காந்த அலையாக வெளிப்படுகிறது. ஆகவே அணுக்கள் ஒழுங்கற்ற வழிகளில் சஞ்சரிப்பதால் குறையணுப் படுத்தம் உண்டாகும்பொழுது கிளர்ச்சியும் உண்டாகிறது. மோதும் எதிர்மின்னியின் ஆற்றல் மின்புலன் ஆற்றலையும், எதிர் மின்னியின் மோதல் இடைவழியையும்பொறுத்தது. மோதல்இடை வழி வளிமத்தின் அழுத்தத்தைப் பொறுத்தது. ஆகவே, ஒரு குறிப் பிட்ட நேர்மின்முனை, எதிர் மின்முனை இடைவெளிக்கு அழுத்தத் திற்கு ஏற்றவாறு எதிர்மின்னி நேர்மின் முனையை அடையும் முன்

பல மோதல்களை அடையும். ஒவ்வொரு மோதலும் குறையணுப் படுத்த சக்தி உடையதாக இருக்க, மோதல்களுக்கிடையே மின் புலன் ஆற்றலால் எதிர்மின்னி குறையணுப்படுத்த ஆற்றலைப் பெற வேண்டும். மோதலுக்குப் பின் இவ்வாற்றலை எதிர்மின்னி வளிம அணுக்கு அளித்து விடும். பிறகு ஆற்றலிழந்து மின் புலம் ஆற்றலால் மறுபடியும் சக்தி பெறும். ஆனால் மோதல் குறையணுப் படுத்த மோதலாயின், மோதலுக்குப் பின் இரண்டு எதிர்மின்னி கள் உண்டாகும். இவை அடுத்த மோதலுக்குப்பின் நான்காகும். இவ்வாறு எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை வளர்ந்து கொண்டே போகும். இதற்கு ஆன குறையணுப்படுத்த எண் α இதனை விளக்கு வோம். இதுஓர் எதிர்மின்னி ஒரு மீட்டர் தூரம் செல்லும்பொழுது உண்டாக்கும்குறையணுக்களின் எண்ணிக்கை. n எதிர்மின்னிகள் dx தூரம் செல்லும்பொழுது ஏற்படும் குறையணுக்கள் $dn = \alpha n\, dx$ அல்லது எதிர்மின் முனையிலிருந்து நேர்மின் முனையடையும் பொழுது (இடைவெளி d மீட்டர்) துவக்க எதிர்மின்னிகள் n_0 என்றால் நேர்மின்முனையை அடையும் எதிர்மின்னிகள் $n_0 e^{\alpha d}$ ..(1) ஆகும். ஒவ்வொரு மோதலுக்குப் பிறகும் எதிர்மின்னியின் ஆற்றல் குறைந்த நிலையடைந்து மின்புலம் ஆற்றலால் முடுக்கப் படுகின்றது. ஆகவே, மொத்த மின்னோட்டம் எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கையை மட்டுமே சார்ந்திருக்கிறது. இது வாயுக் குழலின் சிறப்பிலிருந்து காணப்படும் முதல் வேற்றுமை. குறையணுப்படுத்த எண் மின்புலம் ஆற்றலையும் வாயு அழுத்தத் தையும் பொறுத்தது. அதாவது மோதல்களிடையே எதிர் மின்னி அடையும் ஆற்றல். இது ϵ/p ஐயும் மோதல்களின் எண்ணிக்கையையும் சார்ந்திருக்கும்.

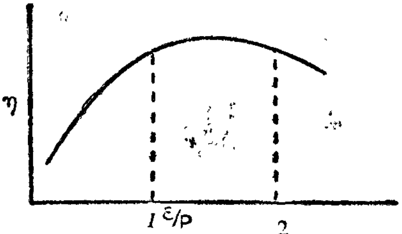
அதாவது $\dfrac{\alpha}{p} = f_m\,(\epsilon/p)$ .....(2)

குறையணுத்தகவு η என்பதை விவரிப்போம். இது ஓர் எதிர் மின்னி ஒரு வோல்ட் மின்னழுத்த வேற்றுமையில் உண்டாக்கும் குறையணுக்களின் எண்ணிக்கை. மின்புலனாற்றல் $\equiv V/m$ என்றால் ஒரு மீட்டர் தூரத்தில் உள்ள மின்னழுத்த வேற்றுமை ϵ வோல்ட் ஆகும். குறையணுக்களின் எண்ணிக்கை $\eta\,\epsilon$ ஆகும். இதுவே α ஆகும்.

ஆகவே $\eta\,\epsilon = \alpha$

அல்லது $\eta = p/\epsilon\; f_n\,(\epsilon/p)$

η-ன் மதிப்பைப் பல வளிம அணுக்களுக்கு மின்புலமாற்றல் வளிமஅழுத்த விகிதத்திற்குஏற்றவாறு கணக்கிட்டுப்பார்க்கலாம்.



படம் 12—2.
குறையணுவாக்க என் மாறுபாடு.

இது ஓர் அகலமான $\frac{\in}{p}$ மதிப்புகளுக்கு ஏறக் குறைய ஒரே மதிப்புள்ள தாக வருகிறது. இதைப் பயன்படுத்தி வளிம ஒளி மின் குழல்கள் செய்யப்படு கின்றன. ஒளி மின் குழல் களில் ஒளியால் எதிர் மின்னி உமிழ்வு ஏற்படு கிறது ஆனல் இந்த மின்னேட்டம் மைக்ரோ ஆம்பியர் அளவிலிருக்கிறது. ஆகவே இம் மின்னேட்டத்தை அதிகப் படுத்த நியான், ஆர்கான், ஆகிய வளிம அணுக்களை இக் குழலுள் அடைக்கிருர்கள். ஒரு குறிப்பிட்ட வளிம அழுத்தத்தில் ஒரு மின்புலமாற்றலுக்கு அதிக மின்னேட்டமேற்படும். அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்திற்கு [சேமிப்பான் உமிழ்வான் மின்னழுத்த வேற்றுமை] ஒரு வளிம அழுத்தத்திற்கு அதிக மின்னேட்டமுண்டாகும். இது ஸ்டோல்டோவ் விதி. ஆனல் ஓர் அதலமான $\in/p$ மதிப்புகளுக்கு η-ன் மதிப்பு அதிக மாக இருப்பதால் வளிம அழுத்தம் அவ்வளவு உய்யமானது அல்ல. இது ஒரு சிறப்பான செய்தி. ஏனென்ருல் நியான், ஆர்கான் போன்ற மந்த வளிமங்கள் குழலிலுள்ள மின்முனைகள், கண்ணடி மூடி ஆகியவைகளில் உட்கவரப்படுகின்றன. ஆகவே, நாளாக ஆக குழலுள் வளிம அழுத்தம் குறைந்து கொண்டே வரும். ஆகவே படம் 2-ல் 1 என்று குறியிடப்பட்ட அழுத்தம் முதலில் இருந்தால், அழுத்தம் 2 என்று குறியிடப்பட்ட மதிப் புக்குக் குறையும் வரை வளிம ஒளி மின் குழல் நல்லநிலையிலேயே வேலை செய்து கொண்டிருக்கும்.

சமன்பாடு ஒன்றை எடுத்துக் கொள்வோம்.

$$n_a = n_o\, e^{\alpha d} = n_o\, e^{\eta \in d}\, n_0 \exp(\eta V)$$

ஏனென்ருல் $\in d$ குழலின் நேர்மின்முனை அழுத்தம் V; அதாவது மின்னேட்டம் மின் அழுத்தத்தின் அடுக்குக் குறிச் சார்பாக அமையும். ஆனல் இதில் நாம் ஒன்று கவனிக்க வேண்டும். எதிர் மின்னிகளின் எண்ணிக்கை வளர வளர குறையணுக்களின் எண்ணிக்கையும் வளர்கிறது. குறையணுக் கள் எதிர்மின் முனையை நோக்கிச் செல்கின்றன. செல்லும்

வழியில் மற்ற நடுநிலை வளிம அணுக்களுடன் மோதிக் கொண்டு கடைசியில் ஒரு வழியாக எதிர்மின் முனையை அடையும். எதிர் மின் முனையை அடையும் பொழுது அவைகளின் ஆற்றல் மறுபடியும் ϵ/p ஐப் பொறுத்தது. ஏனென்றால் அவை குறையணுக்கள்; மின்னேற்றம் கொண்டவை. மோதல்களில் சக்தி மாறுதல்கள் உண்டாகின்றன. அவை சாதாரணமாக எதிர்மின் முனையை அடைந்து, அதனின்றும் எதிர்மின்னிகளை ஈர்த்து, நடுநிலை வளிம அணுக்களாக மாறி, குழலுள் சஞ்சரிக்கின்றன. ஆகவே கடைசியில் நேர்மின்முனைக்கு எத்தனை எதிர் மின்னிகள் வருகின்றனவோ அத்தனை எதிர்மின்னிகள் எதிர்மின் முனையிலிருந்து வெளிப்படும். ஆனால் அவற்றுள் மிகச் சிறிதளவே நேராக நேர் மின் முனையை அடைகின்றன. மற்றவை வளிமக் குறையணுக்களை நடுநிலையாக்க உதவுகின்றன. இக் குறையணுச் சேர்க்கையால் வெளிப்படும் ஆற்றல், அயனிகளின் இயக்கவாற்றல் ஆகியவை யெல்லாம் எதிர்மின் முனையைச் சேருகின்றன. இவ்வாற்றல்களின் மதிப்பு எதிர்மின்முனையின் வெளியேற்று ஆற்றலுக்கு ஈடாக இருப்பின் துணை எதிர்மின்னி வெளி வரும். ஒரு குறையணு வெளிப்படுத்தும் துணைமின்னிகளின் எண்ணிக்கை γ (காமா). γ ஆனது 0·2 முதல் 0·001 வரை மதிப்புள்ளதாக இருக்கும். இதனால் மின்னோட்டமதிகமானாலும் சிக்கலான விஷயமாகிறது. எதிர்மின்னிகளால் எதிர்மின் முனையில் உண்டாகும் மின்னோட்டம் I_0. இதில் I_e மூல எதிர்மின்னோட்டம்; I_s துணை எதிர் மின்னோட்டம்.

$$I_0 = I_e + I_s$$

$$I_a = I_0\, e^{\alpha d}$$

ஆகவே எதிர்மின் முனையருகே நேர்க் குறையணுக்களால் வரும்

மின்னோட்டம் $= I_0\,(e^{\alpha d} - 1)$

$$I_s = \gamma\, I_0\,(e^{\alpha d} - 1)$$

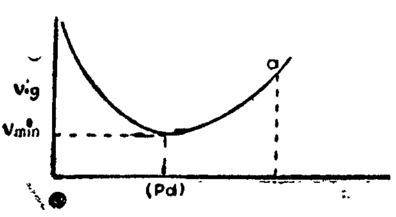
ஆகவே $I_a \quad = \dfrac{I_e\, e^{\alpha d}}{(1 + \gamma - \gamma e^{\alpha d})}$

இதில் பகுதி பூச்சியமானால் மின்னோட்டம் வரம்பற்றுப் போய் விடும்; அல்லது மூல மின்னோட்டமின்றியே குழலில் மின்னோட்டமுண்டாகும். இது உண்டாக்கும் மின்னழுத்தத்திற்கு

முறி மின்னழுத்தம் என்பது பெயர். அப்பொழுது ஒளிர் மின்னிறக்கம் உண்டாகிறது என்று கூறுவர். குழலில் உள்ளே இருக்கும் வளிமத்தின் கிளர்ச்சி ஆற்றல்களுக்கு ஏற்றவாறு விதவித ஒளி குழலுள் ஏற்படும். பாதரசத்திற்கு ஊதா நீலமும், சோடியத்திற்கு மஞ்சளும், நியானுக்கு சிவப்பும், ஆர்கானுக்கு நீலமும்-இவ்வாறாக ஒளி உண்டாகும். குறையணுப்படுத்தலுடன் கிளர்ச்சியும் ஒருங்கே நடைபெறுவதால் இந்நிகழ்ச்சி ஒளிர் மின்னிறக்கம்

$\gamma\left(e^{\alpha d}-1\right)=1$ என்கிற நிலையில் உண்டாகும். அதாவது ஓர் எதிர்மின்னி எதிர்மின் முனையிலிருந்து புறப்படுவதாக வைத்துக் கொள்வோம். அது நேர்மின்முனையை அடையும்பொழுது $e^{\alpha d}$ என்று பெருகுகிறது. அப்பொழுது $\left(e^{\alpha d}-1\right)$ குறையணுக்கள் உண்டாகின்றன. இவை எதிர்மின்முனையை அடைந்ததும், $\gamma\left(e^{\alpha d}-1\right)$ எதிர்மின்னிகளை உண்டாக்கும். இது ஓர் எதிர்மின்னியை வெளியிட்டால் ஒளிர் மின்னிறக்கம் தொடர்ந்து நடந்து கொண்டே இருக்கும். ஆனால் முதலில் எதிர்மின்னிகள் வெளிச்சக்திகளால் உண்டாக்கப்பட வேண்டும். பிறகுதான் குறையணுக்கள் உண்டாகி, இந்த மின்னிறக்கத்தைத் தொடர்ச்சியாக நடத்திவைக்கும்.

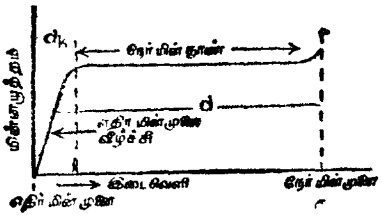
இந்த முறி மின்னழுத்தம் γ, α இரண்டையும் சார்ந்திருக்கிறது. இவ்விரண்டுமே $\frac{\epsilon}{p}$ ஐச் சார்ந்தவை $\epsilon=\frac{V}{d}$ ஆகவே, $\frac{V}{pd}$ ஐச் சார்ந்திருக்கும். ஆகவே முறி மின்னழுத்தம் pd என்கிற பெருக்குத்தொகையைச் சார்ந்தது. இது பாய்சன் விதி. ஆகவே பல pd மதிப்புகளுக்கு முறி மின்னழுத்தத்தைக் கண்டறியலாம். ஒருகுறிப்பிட்ட pd மதிப்புக்கு V_{ig} (முறி மின்னழுத்தத்தை) குறைந்த மதிப்பை அடைவதைக் காணலாம். pd-ன் மதிப்பு இதைவிட அதிகமானாலும் குறைந்தாலும் V_{ig}-ன் மதிப்பு அதிகமாகிறது. இதனை இவ்வாறு விளக்கலாம். குறைந்த அழுத்தமாகவோ அல்லது இடைவெளியாகவோ இருப்பின் மோதல்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. ஆகவே இருக்கும் குறையணுக்களைக் கொண்டு துணை எதிர்மின்னி உண்டாக்க ஆற்றல் அதிகம்



படம் 12—3.

அழுத்த முறிவு மின்னழுத்தச் சார்பு

தேவைப்படுகிறது. ஆகவே மின்னழுத்தம் அதிகமாகிறது. அழுத்தமோ இடைவெளியோ அதிகமானால், மோதல்கள் அதிகமாகின்றன ; ஆனால் மோதல்களிடை எதிர்மின்னி அடையும் ஆற்றல் குறைகிறது. ஆகவே குறையணுப்படுத்தம் உண்டாக்க மின்னழுத்தம் அதிகமாகத் தேவை. இவ்விருமுனை களுக்கிடையே ஒரு pd மதிப்பில் தேவையான அளவு மோதல் களும் மோதிலிடை ஆற்றலும் உண்டாவதால் V_{ig} குறைந்த மதிப்பை அடைகிறது. சாதாரணமாக ஒளிர் மின்னிறக்கக் குழல் களில் a குறிப்பிடப்பட்ட அளவு pd இருக்குமாறு செய்வர். இவ்வாறு செய்வதால் V_{ig} என்ற மின்னழுத்தத்தில் முறிவு ஏற்பட்டதும் குழலின் மின்னழுத்தம் V_{min} ஐ அடைந்துவிடும். இது எப்படி என்று கவனிப்போம்.



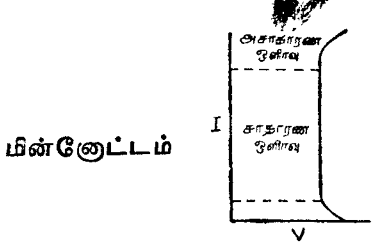
படம் 12—4.

மின்னிறக்கக் குழலினுள் மின்னழுத்தம் மாறுதல்

ஒளிர் மின்னிறக்கம் ஏற்பட்டதும் எதிர்மின் முனை, நேர்மின் முனை ஆகியவற்றிடையே மின்னழுத்தம் உள்ள வெளியில் எதிர் மின்னிகளும் நேர்மின் குறையணுக்களும் தோன்றியிருக்கின்றன. இவைகளின் மூலம் மின்னோட்டமேற்படுகிறது. இந்தக் கலவை இருக்கும் பருமம் ஒரு மின்கடத்தி போல் பயன்படுகிறது. ஏனென்றால், இதில் அதிக அளவு எதிர் மின்னிகள் உள்ளன; எதிர்மின்னிகளின் அளவும் நேர் குறை யணுக்களின் தொகையும் ஒன்றாக இருப்பதால் மின்சார நடுநிலை உள்ளது. இதற்குப் ப்ளாஸ்மா அல்லது நேர்மின் தூண் என்பது பெயர். இக் கடத்தி நேர்மின் முனையிலிருந்து எதிர்மின் முனை யருகில் வருகிறது. எதிர்மின் முனையருகில் d_k என்ற வெளியில் நின்றுவிடுகிறது. குழலினுள்ளிருக்கும் அழுத்தம், இந்த இடைவெளி d_k-இவைகளின் பெருக்குத் தொகை V_{min} வரும் pd தொகையாக அமைந்துவிடும். அப்பொழுது குழலிடை மின்னழுத்தம் V_{min} ஆகிவிடும். அதாவது நேர்மின் தூண் நேர் மின் முனையை எதிர்மின் முனையருகே மிகச் சௌகரியமான இடைவெளி அளவுக்கு நெருக்கி விடுகிறது. குழலின் மின்னழுத்தம் முழுவதுமே இந்த எதிர்மின் வீழ்ச்சியில் அடங்கிவிடுகிறது. இவ்வெதிர்மின் வீழ்ச்சியால் நேர்மின் குறையணுக்கள் முடுக்கப் பட்டு, எதிர்மின் முனையில் மோதி, அதனின்றும் துணை எதிர் மின்னிகளை வெளியிடுகின்றன. இத்துணை எதிர்மின்னிகள் இம்

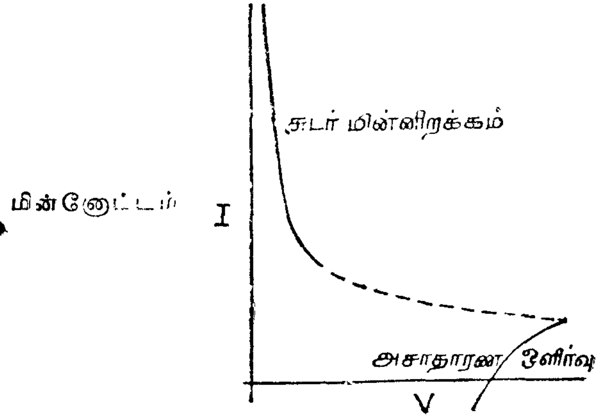
மின்வீழ்ச்சியால் முடுக்கப்பட்டு நேர்மின் தூணை அடைகின்றன. இங்குப் பல மோதல்களால் குறையணுப்படுத்தம் செய்து கடைசி யில் நேர்மின் முனையை அடையும். இதில், V_{min} நிலையான மதிப் புள்ளதாதலால் ஒளிர் மின்னிறக்கம் உண்டானபின் மின்னழுத் தம் நிலையானது. ஆகவே, மின்னழுத்தத்தால் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்த முடியாது. மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்த புறச் சுற்றுவழியில் தடையிருக்கவேண்டும். தடையில்லாதிருந்தால் மின்னோட்டம் அதிகமாகி, வளிமக் குழல் அழிந்து விடும். இரண் டாவது, d_k-ம், V_{min}ம் நிலையானவையாக இருப்பதால் மின்னோட்ட அடர்த்தி $\left(\frac{k\, V_{min}^{3/2}}{d_k^2}\right)$ யும் நிலையானதாகும். ஆகவே மின் னோட்டம் அதிகமாக எதிர்மின் முனையின் அதிகப் பரப்பில் மின்னிறக்கம் பரவும். மின்னிறக்கம் பரவி எதிர் மின் முனையின் முழுப் பரப்பையும் மூடிவிட்டதும், இதற்கு மேல் மின்னோட்டம் வேண்டின் மின்னோட்ட அடர்த்தியை அதிகரித்தால் தான் கிடைக்கும். ஆகவே மின்னழுத்தம் அதிகமாகும். இதனை அசாதாரணப் பொலிவு என்று கூறுவர். இந்த நிலையில் குழலை நடத்துவது குழலுக்குக் கேடு விளைவிக்கும்.

ஒரு பேச்சுக்காக மின்னோட்டத்தை அதிகப்படுத்திக் கொண்டே போவோம். இதனால் மின்னழுத்தமும் அதிகமாகிக் கொண்டே போகும். மின்ன ழுத்தம் அதிகமாக, நேர்க் குறையணுக்கள் அதிக ஆற்ற லுடன் எதிர்மின் முனையைத் தாக்கும். இதனால் எதிர்மின் முனையின் வெப்பமதிகரித்துக் கொண்டே போகும். வெப்பம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க அதிக எதிர் மின்னிகள் வெளிவரும். இதனால் நேர்க் குறையணுக் களும் அதிகரித்து வந்து, எதிர் மின் முனையைத் தாக்கி, அதனை மேலும் வெப்பமூட்டும். கடைசியில் எதிர்மின் முனையின் மேல் வெப்பப் புள்ளிகள் உண்டாகி, அது வெப்ப எதிர்மின்னி உமிழ்வான் நிலையடைந்து விடும். ஆகவே நேர்மின் தூண் அகலவாக்கில் குறுகி, எதிர் மின் முனையைப் புள்ளி முனையில் தாக்கி, வெப்பப் புள்ளியின் வெப்ப நிலையை நிலைப்படுத்தும். இப்பொழுது எதிர் மின்னிகள் வெப்ப உமிழ்வால் வருவதால் அவ்வளவு அதிகமான எதிர் மின்



படம் 12—5.
ஒளிர் மின்னிறக்கக் குழலின் சிறப்பியல்பு

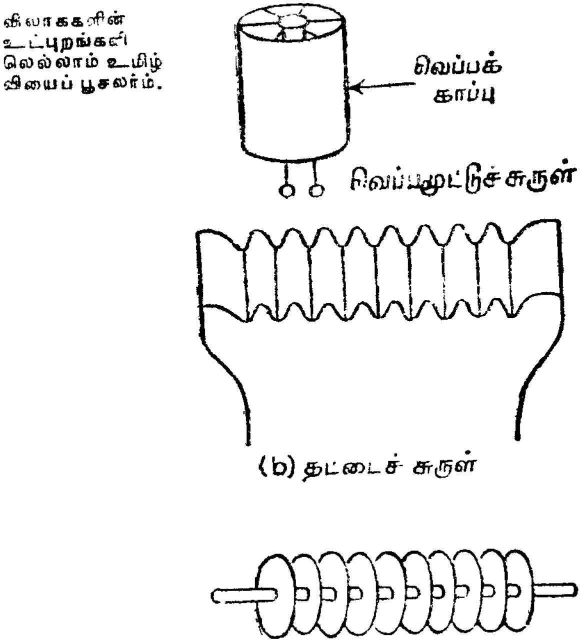
முனை வீழ்ச்சித் தேவையில்லை. எதிர்மின் முனை வீழ்ச்சி வெளி வரும் எதிர்மின்னிகளைக் குறையணுப்படுத்தத்திற்கு வேண்டிய ஆற்றல் மட்டும் உள்ளவையாக ஆக்கினால் போதும். ஆகவே அதிக மின்னோட்டம் ஒரு குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் உண்டா கிறது. இதனைச் சுடர் மின்னிறக்கம் என்று கூறுவர். அதாவது எதிர்மின் முனையையும் நேர்மின் முனையையும் இந்த மின்னிறக்கம் இணைக்கின்றது. மின்னழுத்தம் உள்ளடங்கிய வளிமத்தின் குறையணுப்படுத்த மின்னழுத்த மதிப்பே இருக்கும். குழலில் எதிர்மின் முனை, நேர்மின் முனை இடை வெளியில் ஏற்படும் மின்னழுத்த மாறுதல் படம் 4-ல் காட்டப்பட்டதுபோல் தானிருக்கும். ஆனால் d_k மிகக் குறைந்து விடும். எதிர் மின் முனை வீழ்ச்சி அழுத்தமும் குறைந்திருக்கும். மின்னோட்டம் நூற்றுக்கணக்கான ஆம்பியர் அளவில் இருக்கும். இங்கு நாம்



படம் 12—6.
சுடர் மின்னிறக்கம்

ஒன்று பார்க்கலாம். எதிர்மின் முனையருகே நேர்மின் குறையணுக் களின் நெருக்கம் ஒரு நேர்மின் சூழ் மின்னூட்டம் உண்டாக்கு கிறது. இதனால் வெளிவரும் எதிர் மின்னிகளுக்கு எதிர்ப்பு எதுவும் இல்லை. ஆகவே அதன் வெப்ப நிலைக்கு ஏற்றவாறு எவ்வளவு உச்ச மின்னோட்டம் வர வேண்டுமோ அது வெளி வந்து விடும். ஆகவே, மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்த புறச்சுற்று வழியில் தடையிருக்க வேண்டும். இல்லையேல் குழல் பாழடைந்து விடும்.

மேலே கூறப்பட்ட பரிசோதனை கற்பனைச் சோதனையே யன்றி நாம் ஒளிர் மின்னிறக்கக் குழலைக் கொண்டு செய்யும் சோதனை அல்ல. ஆனால் நாம் தெரிந்து கொள்ளும் உண்மை என்னவென்றால் நேர்மின் மோதலில்லாமல் மற்ற எந்த வழியிலோ நாம் எதிர்மின்னி உமிழ்வை உண்டாக்கினோமானால் உள்ளிருக்கும் வாயு அணுக்களின் உதவியால் நாம் குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் அதிக மின்னோட்டம் பெறமுடியும். இரண்டாவது நன்மை : நேர்மின் தூண் நேர்மின் முனையின் பலனை எதிர்

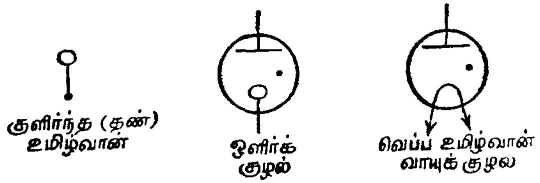


படம் 12—7.

பல உமிழ்வான வடிவுகள்· வாயுக் குழலின் வெப்பமூட்டி உமிழ்வான்கள்

மின் முனைக்கருகே கொண்டு செல்கிறது. இதனால் சேமிப்பான் உமிழ்வான் அருகே இருக்க வேண்டுமென்றோ, உமிழ்வான் பரப்பு சேமிப்பானை நோக்கியே இருக்கவேண்டும் என்கிற கட்டாயமோ இல்லை. ஆகவே நாம் மிகத் திறன்பட வேலை செய்யும் உமிழ்வான் அமைப்புகளைச் செய்யலாம். இதில் உமிழ்வான் வெப்பம் கதிர் வீச்சால் இழப்பு ஏற்படாவண்ணம் வெப்பக் காப்புடன் செய்யலாம். இதனால் உமிழ்வுத் திறம் அதிகரிக்கிறது; அதிக மின்னோட்டமும் கிடைக்கிறது.

எதிர் மின்னி உமிழ்வு அதிகப் புலனீர்ப்பாலும் அமையலாம். இதனைத் திரவ பாதரச உமிழ்வான் குழல்களில் உபயோகிக்கிறார்கள். இதில் கார்பரண்டம் என்ற பொருளால் சுடர் மூட்டிகளைச் செய்கிறார்கள். இவை பாதரசத்தைத் தொட்டுக்

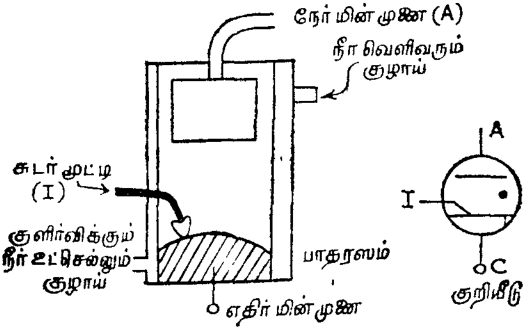


புள்ளி வைப்பதால் வாயுக் குழல் என்ற அறிகுறி

படம் 12—8.

சில குறியீடுகள்

கொண்டிருக்கும்; ஆனால் பாதரசம் அவற்றில் ஒட்டாது. சடர் மூட்டி எதிர்மின் முனைச் சுற்றுவழியில் மின்னோட்டம் உண்டாக்கினால் சிறு சிறு மின்னல்கள் அவற்றினின்றும் பாய்ந்து பாதரசத்தை அடையும். இடைவெளி மிகக் குறைவாக



படம் 12—9.

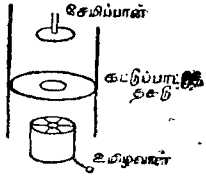
இக்னிட்ரான

இருப்பதால் அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தால் அதிக மின் புலனீர்ப்பு உண்டாகி, அதனால் எதிர்மின்னி உமிழ்வு உண்டாகிறது. இவ்வெதிர்மின்னிகள் நேர்மின்னழுத்தம் கொண்ட நேர் மின் முனையை அடைகின்றன. இடையிலுள்ள பாதரச ஆவி அணுக்களைக் குறையணுக்களாக்கி, மின்னிறக்கமுண்டாகி, நேர்

மின்தூண் வந்து உமிழ்வானருகே வேண்டிய மின்புலனிர்ப்பை ஏற்படுத்துகிறது. இதற்கு இக்னிட்ரான் (Ignitron) என்பது பெயர். இங்கு 20 — 30 வோல்ட்டில் ஆயிரக்கணக்கான ஆம்பியர் மின்னோட்டமுண்டாகும். ஆனால் முதலில் சுடர் மூட்டி மூலம் மின்னலுண்டாக்க வேண்டும்.

எல்லா வளிமக் குழல்களிலும் மின்னோட்டமுண்டான பின் மின்னழுத்தம் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதில்லை. ஆகவே புறச் சுற்று வழியில் தடை இருந்தே ஆக வேண்டும். வெப்ப உமிழ்வான்கள் உள்ள குழல்களில் எதிர்மின் முனை அதன் நடப்பு வெப்பநிலை அடையும் முன்னால் நேர்மின் முனையில் மின்னழுத்தம் ஏற்படுத்தக் கூடாது. ஏனென்றால் போதிய எதிர்மின்னிகள் வெளிவந்து, மின்னழுத்தம் அளிக்கப் பட்டதும் மின்னிறக்கமுண்டாக்கி, சேமிப்பான் மின்ன ழுத்தத்தை நிலையாக்கி உமிழ்வானைக் காக்கும். இல்லையேல், மின்னிறக்கம் ஏற்படாவிடில் மின்னழுத்தம் அதிகமாகி, நேர் குறையணுக்கள் (இவை காஸ்மிக் கதிர்களாலும் உண்டாகலாம்.) எதிர்மின் முனையில் அதிகத் திறனுடன் மோதி, அதை நாசப் படுத்திவிடும். பாதரச ஆவிக் குழல்களில் குழலின் சூழ் வெப்பநிலை 25°C முதல் 65°C வரை தான் இருக்க வேண்டும். இதற்கு, தாராளமாகக் குளிர்விக்கும் ஏற்பாடுகள் இருக்க வேண்டும். 25°-க்குக் கீழ் பாதரச ஆவியின் அழுத்தம் குறைந்து விடும். இதனால் மின்னிறக்கமுண்டாக்க அதிக மின்னழுத்தம் வேண்டியிருக்கும். ஆவியழுத்தம் அதிகமாக மின்னிறக்க மின்னழுத்தம் குறைந்துகொண்டே போகும். ஆனால் வளிம அணுக்கள் அதிகமாக ஆக, உச்ச எதிர்மின்னழுத்தம் குறையும். சேமிப்பானுக்கு எதிர் மின்னழுத்தம் கொடுப்பின் அதில் உமிழ்வான் இல்லாததால் மின்னோட்டம் உண்டாகாது. ஆனால் மின்னழுத்தமதிகமானால் ஒளிர் மின்னிறக்கம் உண்டாகலாம். இந்த ஒளிர் மின்னிறக்கம் உண்டாகாமல் கொடுக்கப்படும் உச்ச மின்னழுத்தமே உச்ச எதிர் மின்ன ழுத்தம் ஆகும். இது வளிம அழுத்தம் அதிகமாக ஆகக் குறையும் மந்த வளிமக் குழல்களில் அவைகளின் உட்கவர் பண்பினால் தேவைக்கு மிக அதிகமான அழுத்தம் வைக்க வேண்டியிருக் கிறது. இதனால் உச்ச எதிர் மின்னழுத்தம் 200 வோல்ட் அளவில் நின்று விடுகிறது. ஆகவே, உச்ச எதிர் மின்னழுத்தம் அதிகமாக வேண்டுமானால் பாதரச ஆவிக் குழல்களையே உபயோகிக்க வேண்டும்.

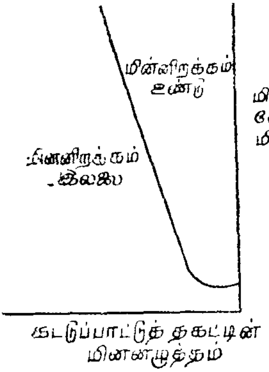
வளிம மும்முனையத்தைக் கவனிப்போம். இதில் கட்டுப்பாடு வலைக்குப் பதில் சாதாரணமாக ஒரு வளை வடிவத் தகட்டையே வைத்திருப்பர். இது சேமிப்பானையும் உமிழ்வானையும் சூழ்ந்துள்ள ஒரு குழலுள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இத் தகடு உமிழ்வானுக்கு எதிர்மின்னாக அமைந்திருப்பின் எதிர்மின்னிகளை வர விடாமல தடுக்கும். சேமிப்பானின் நேர் மின்னழுத்தம் இத் தகட்டின் எதிர்மின் எதிர்ப்பையும் கடந்து எதிர் மின்னிகளை ஈர்க்க வேண்டும். ஈர்க்கப்பட்ட எதிர் மின்னிகள் தகட்டைக் கடந்ததும் சேமிப்பானை நோக்கி முடுக்கப்படுகின்றன ; வழியில் இருக்கும் வளிம அணுக்களோடு மோதி, குறையணுப்படுத்தம் செய்கின்றன. இக் குறையணுக்கள் நேர்மின்னேற்றமுடையனவாதலால் தகட்டைச் சூழ்கின்றன ; சூழ்ந்து தகட்டின் எதிர்மின்புலத்தை நடுநிலையாக்குகின்றன. மற்றக் குறையணுக்கள் உமிழ்வானுக்குச் சென்று எதிர்மின் சூழ் மின்னோட்டத்தையும் நடுநிலையாக்கி, நேர்மின் சூழ் மின்னோட்டம் ஏற்படுத்துகின்றன. ஆகவே, இடையிலுள்ள தடைகளெல்லாம் நீக்கப்படவே இவ்வளிமக் குறல் இருமுனையம் போலவே பயன்படுகிறது. கட்டுப்பாட்டுத் தகட்டின் ஆதிக்கம் மின்னிறக்கம் உண்டாகாத வரைதான் உண்டு. நாம் சேமிப்பான் மின்னழுத்தத்தை எடுத்து விட்டாலும், மறுபடியும் நேர்க் குறையணுக்கள் நடுநிலையாக சிறிது நேரம் பிடிக்கும். எதிர்மின்னியும் குறையணுவும் ஒன்று சேர்ந்தால் ஒரு நடுநிலை அணுவே கிடைக்கும். அப்பொழுது ஆற்றல், உந்தம் ஆகியவைகளின் அழிவின்மை விதிகளைக் காக்க முடியாது. ஆகவே குறையணு ஒரு பரப்பை அடைந்து, எதிர் மின்னியும் அப்பரப்பை அடைந்தால், நடுநிலை அணு உண்டாகும். எஞ்சிய ஆற்றலை அப்பரப்பு ஏற்கும். அணுவின் பொருண்மை அதிகமாக ஆக, அது ஒரு பரப்பை அடையும் நேரமும் அதிகமாகும். ஆக, குறையணு நீக்க நேரம் அதிகமாகும். எங்குக் குறையணு நீக்க நேரம் குறைவாக வேண்டுமோ அங்கு நீர் வாயு, நியோன் ஆகிய வளிமங்களை உபயோகிக்கலாம். ஆனால் இவற்றில் அதிக மின்னழுத்தம் கொடுக்கமுடியாது. அதிக மின்னழுத்தம் கொடுக்க வேண்டியிருந்தால் பாதரச ஆவியையே உபயோகிக்க வேண்டியிருக்கிறது. அப்பொழுது குறையணு நீக்க நேரம் ஒரு மில்லி செகண்டு வரை இருக்கும்.



படம் 12—10.

வளிம மும்முனையம் —உருவப் படம்

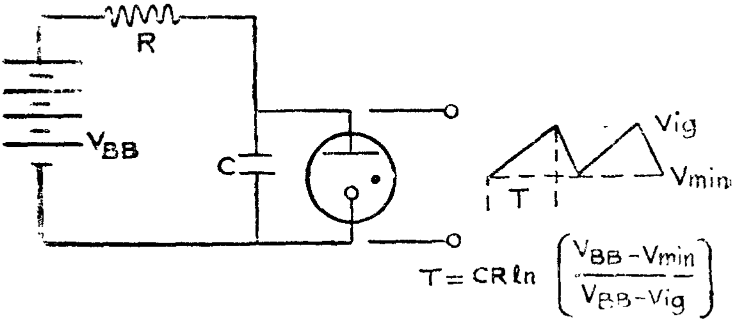
பயன்கள் ; மின்னிறக்க வளிமக் குழல் ஒளிப்படுத்த உபயோகப்படுகிறது. நியான் குறிகள், ஒளிக் குழல் விளக்குகள், சோடியம் விளக்குகள், அதிக அழுத்த பாதரச ஆவி விளக்குகள் ஆகியவற்றை நாம் பார்த்திருக்கிறோம். இக் குழல்களின் மின்னணுவியல் உபயோகங்களைப் பார்க்கலாம்.



படம் 12—11.
சிறப்பியல்பு

1. இரம்பப் பல் வடிவ இயற்றி: ஒளிர் மின்னிறக்கக் குழல் V_g-ல் ஒளிர்ந்து V_{min}-ல் வந்து நிற்கிறது.

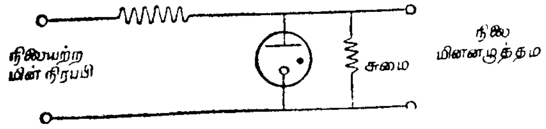
படம் 12-ல் காணப்பட்ட சுற்றுவழியில் கொண்மியின் மின்னேற்றத்தைக் குறைக்க ஒளிர்வுக் குழலை உபயோகிக்கலாம். அப்பொழுது அக்குழலிடை மின்னழுத்தம் இரம்பப் பல் வடிவமாக வரும். இதற்கு R-ன் மதிப்பு அதிகமாக இருக்கவேண்டும். இதன் அலை நேரம் $T = CRl_n \left(\frac{V_{BB} - V_{min}}{V_{BB} - V_{ig}}\right)$



படம் 12—12.
இரம்பப் பல் அலையியற்றி

ஆனால் இதன் அலை வீச்சு குறைவாகவே இருக்கும். மறுபடியும் பொலிவுத் துவக்கம் V_{ig}-ல் உண்டாக உள்ளிருக்கும் குறையணுக்கள் எல்லாம் நடுநிலையடைய வேண்டும். ஆகவே அதிக அலைவெண் 10000-க்குள்ளாகவே இருக்கும்.

2. **நிலையான மின் நிரப்பி :** சில வேளைகளில் சுமையின் மின்னழுத்தம் மின்னோட்ட வேறுபாட்டிற்கு நிலையாகவே இருக்க வேண்டும். அதற்குச் சுமை மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்ற V_{min} உள்ள ஒளிர்க் குழலைச் சுமைக்கு இணையாக அமைக்கலாம்.



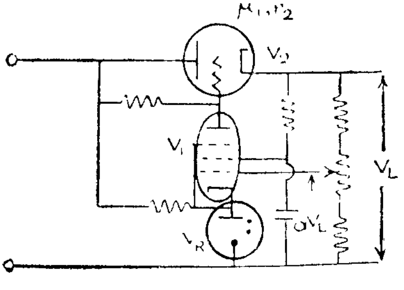
படம் 12—13.

நிலைமின்னழுதத மினநிரபபி

அப்பொழுது சாதாரண ஒளிர்வுக்குள்ள மின்னோட்ட வரையறைக்குள் அதன் அழுத்தம் நிலையாக இருந்து, சுமையின் மின்னழுத்தத்தையும் நிலையாகவே வைக்கும். ஆனால் இங்குச் சுமையின் மின்னோட்டம் ஒளிர்க் குழலின் மின்னோட்ட வரையறைக்குள் இருக்கவேண்டும். இரண்டாவது நிலையற்ற மின் நிரப்பியின் மின்னழுத்தம் மின்னிறக்கமற்ற குழலின் V_g உண்டாக்கும் அளவு இருக்கவேண்டும்.

சுமை மின்னோட்டம் அதிகம் வேண்டின் ஒளிர்க் குழலை ஒரு மின்னழுத்த மேற்கோளாகக் கொண்டு, மின்மிகைப்பி அலகுகளைக் கொண்டு, மின்னூட்டச் சுற்றுவழி அமைத்து, சுமை மின்னழுத்தத்தை நிலையாக்கலாம்.

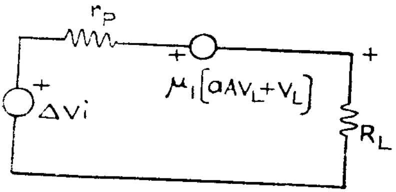
படம் 14-ல் ஒரு தொடர் மின்னழுத்த நிலைச் சுற்றுவழி காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இதில் V_k ஒளிர்க் குழல் ; T_1 கட்டுப்பாட்டுக் குழல்; T_2 தொடர் மின்னணுக் குழல் ; $A\,T_1$ மின்மிகைப்பி அலகின் மின்னழுத்த இலாபமாகட்டும். இது $\frac{g_m R_L}{1 + g_m R_K}$ இதில் R_K என்பது ஒளிர்க் குழலின் மாறுமின் உட்தடை. உள்ளீட்டில் $\triangle V_i$ என்ற மின்னழுத்த மாற்றமும் வெளியீட்டில் $\triangle V_o$ என்ற மாற்றமுமுண்டாக்கட்டும். வெளியீட்டின் a பங்கு T_1-ன் கட்டுப்பாட்டு வலைக்கு வருகிறது. இது $A_a \triangle V_o$ ஆக, தொடர்



படம் 12—14.

தொடர் கட்டுப்பாட்டு நிலைமின்னழுத்தக் சுற்றுவழி

மின்னணுக் குழலின் கட்டுப்பாட்டு வலைக்கு வருகிறது. ஆகவே அதன் உள்ளிடு அழுத்தம் $-(A_a \triangle V_o + \triangle V_o)$. ஆகவே இணை, பரிமாற்றுச் சுற்றுப் படம் 15 ல் கண்டவாறு ஆகும்.



படம் 12—15.

பரிமாற்றுச் சுற்று வழி

$$\triangle V_i = Ir_p + \mu\, IR_L\,[a\ A + 1] + IR_L$$

$$I = \frac{\triangle V_a}{r_p + R_L(1+\mu) + \mu R_L A_a}$$

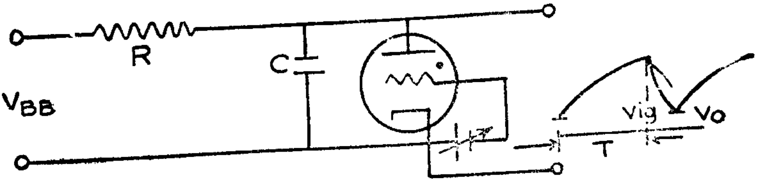
$$\frac{\triangle V}{\triangle V_i} = \frac{R_L}{r_p + R_L(1 + \mu + \mu A_a)}$$

இதை மிகக் குறைந்த மதிப்புள்ளதாக்கலாம். சுமையிலிருந்து பார்க்கும் உட்தடை $\frac{(V_p + R_s)}{(\mu aA + 1)}$. இதில் μaA அதிக மதிப்புள்ளதாக இருப்பதால் உட்தடையும் மிகவும் குறைந்து விடுகிறது. ஆகவே மின்னோட்ட வேறுபாட்டாலோ மின் நிரப்பியின் வேறுபாட்டாலோ சுமை மின்னழுத்தம் அதிக வேறுபாடடையாமல் செய்துவிடலாம்.

3. **வெப்ப உமிழ்வான் வளிம இருமுனையம் :** இக் குழல்கள் குறைந்த மின்னழுத்த வேற்றுமைக்கு அதிக மின்னோட்டமளிப்பதால், இவைகளைத் திறன் திருத்திகளில் உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். உதாரணமாக, சுமையின் நேர்மின்னழுத்தம் V_o ஆக இருந்து, வளிமக் குழலின் மின்னழுத்தம் V_T ஆனால், செய்கைத் திறம் $= \frac{V_o}{V_o + V_T} \times 100\%$. ஆகவே V_o அதிகமாக ஆகச் செய்கைத் திறம் அதிகமாகிறது.

4. **வளிம மும்முனையத்தின் உபயோகங்கள் : (அ) இரம்பப் பல் வடிவ இயற்றி ;** ஒளிர்வு மின்னிறக்கக் குழலின் மூலம் இரம்பப் பல் வடிவ மின்னழுத்த வேறுபாடு அடைவதை ஆராய்ந்தோம் ஒளிர்க் குழலுக்குப் பதில் வளிம மும் முனையத்தை உபயோகிக்கலாம். இதனால் வரும் நன்மைகள்: ஒன்று, இரம்பப் பல் வரிவடிவத்தின் வீச்சைக் கட்டுப்பாட்டுத் தகட்டின் மின்னழுத்தத்தின் மூலம் மாறுபடுத்த முடியும் (படம் 11-ல் காணவும்). தகட்டின் மின்னழுத்தம் அதிக எதிர்மின் மதிப்பாகும் பொழுது மின்னிறக்க அழுத்தம் அதிகமாகும். ஆகவே இரம்பப் பல்வடிவத்தின் வீச்சும் அதிகமாகும். இதனால் அலைநேரமும் மாறுதலடைகிறது. ஏனென்றால் அலைநேரம் $CRl_n\left[\frac{V_{BB} - V_o}{V_{BB} - V_{ig}}\right]$

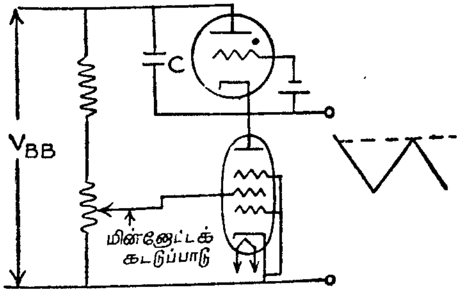
இதில் V_o மின்னிறக்கமான மின் வளிமக் குழலின் நிலை மின்னழுத்தம். இது உள்ளே இருக்கும் வளிம அணுக்களின்



$$T = CR \ln \left(\frac{V_{BB} - V_o}{V_{BB} - V_{ig}} \right)$$

படம் 12—16.
இரம்பவடிவ அலையியற்றி

குறையணுப்படுத்த மின்னழுத்தத்திற்கு ஈடானது. V_{ig} மின்னிறக்கமேற்படும் மின்னழுத்தம். இது கட்டுப்பாட்டுத் தகட்டின் எதிர்மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்தது. ஆகவே V_{ig} மாற, அலை நேரமும் மாறுதலடையும். அலையின் எழுச்சி நேராக இராது. இக் குறையை முன் அத்தியாயத்திலேயே பார்த்துவிட்டோம். இதற்குக் காரணம் தடை R-ன் மின்னோட்டம் அதன் மின்னழுத்த வேறுபாட்டைப் பொறுத்தது ஆகும். R-க்குப் பதில்



$$T = \frac{C(V_{ig} - V_o)}{I}$$

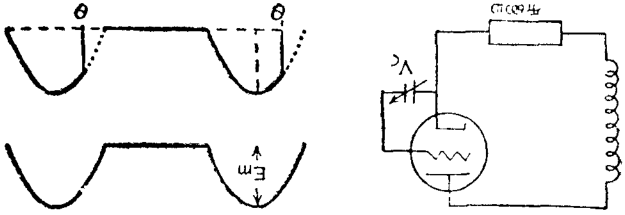
படம் 12—17.
ஐம்முனையம் மினனேற்றமும் வரிவடிவமும்

ஐம்முனையத்தை உபயோகிக்கலாம். அப்பொழுது ஐம்முனையத்தில் சேமிப்பான் மின்னோட்டம் அதன் மின்னழுத்தத்திற்குச் சார்

பற்று இருப்பதால் கொண்மியில் மின்னேற்றம் ஒரு சீராக ஏற்படும். ஏனென்றால் மின்னோட்டம் நிலையானது. திரை வலையின் மின்னழுத்தத்தை மாற்றினால் சேமிப்பான் மின்னோட்டம் மாறும். ஆகவே கொண்மி V_{cg} மதிப்பிற்கு ஏறுவது விரைவாகவோ நிதானமாகவோ ஏற்படும். $V_{cg} = \frac{I \times T}{C}$;

$\therefore\ T = \frac{CV_{cg}}{I}$. ஆகவே மின்னோட்டம் அதிகமானால் அலை நேரம் குறையும்; மின்னோட்டம் குறைந்தால் அலைநேரம் அதிகமாகும். ஆனால் எல்லா வளிமக் குழல்களிலும் குறையணு நீக்க நேரம் உண்டு. மறுபடியும் கட்டுப்பாட்டுத் தகடு தன் அதிகாரத்தைக் காண்பிக்க வேண்டுமானால் குழலுள் குறையணுக்கள் இருக்கக் கூடாது. அதாவது குறையணுக்கள் எதிர்மின்னியுடன் இணைந்து நடுநிலை அடையவேண்டும். ஆகவே வளிமக் குழல்களை 10,000 அலைவெண்கள் வரைதான் உபயோகிக்க முடியும். அதற்கும் அதிக அலைவெண்கள் வேண்டின் முன் அத்தியாயத்தில் குறிப்பிட்ட மில்லர் தொகையிடல் முறையையே பின்பற்ற வேண்டும்.

(ஆ) **கட்டுப்பாட்டு மின்திருத்தி :** மின்திருத்திகளை ஆராய்ந்தபொழுது வெளிவரும் நேர்மின்னழுத்தம் உள்ளீட்டின் மாறு மின்னழுத்தத்தைச் சார்ந்தது என்று அறிந்தோம். நேர் மின்னழுத்தத்தை மாற்ற, மாறு மின்னழுத்தத்தை மாற்ற வேண்டும். இதற்குத் தட்டு மாற்றம் என்பது பெயர். நேர்மின்

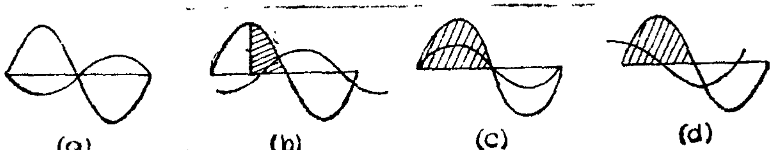


படம் 12—18.
அரை அலை மின்திருத்தி

சுற்றுவழியில் அதிகத் திறன் போகும்பொழுது தட்டு மாற்றம் மேற்கொண்டால் மின்னோட்டத்தாலும் தூண்டத் தன்மையாலும் மின்மாற்றியில் வில் மின்னிறக்கம் உண்டாகி, மின்மாற்றி பழுதடையலாம். சில வேளைகளில் தீப்பற்றும் அபாயமும் உண்டு.

நேர்மின்னழுத்தத்தை இந்தத் தொல்லைகளின்றி ஒழுங்காக மாறுதல் செய்ய வளிம மும்முனையம் உதவுகிறது. படம் 18-ல் அரை அலை மின்திருத்தியின் சுற்றுவழி காணப்படுகிறது. இதில் V_cஐ மாற்றினால் மின்குழலில் மின்னோட்டமேற்படும்; கோணமும் மாறுகிறது. அப்பொழுது மின்னழுத்தம் மாறுதலடைகிறது ஆகவே, சுமையின் மின்னோட்ட வரிவடிவங்கள் படத்தில் உள்ளதுபோல் மாறுதலடைகின்றன. இதனால் நேர்மின்னழுத் தம் $\frac{E_m}{2\pi}(1+\cos\theta)$ ஆகும். இதில் θ என்பது மின்னோட்ட மேற் படும் கோணம். θ மாற மாறவும் நேர்மின்னழுத்த மாறுகிறது. இங்கு V_c ஐ மாற்றுவதால் வில் மின்னிறக்கம் ஏற்பட வழியில்லை ஏனென்றால் V_c இருக்கும் சுற்றுவழியில் மின்னோட்டம் மிகக் குறைவு. இந்த முறையில் உள்ள குறை என்னவென்றால் நேர்மின்னழுத்தம் அதன் அதிக மதிப்பிலிருந்து அரை அதிக மதிப்பு வரை மாறும். பிறகு திடீரென்று நேர்மின்னழுத்தம் வராமலேயே போய்விடும். இதற்கு ஒரு சார்புற்ற நேர் மின்னழுத்தக் கட்டுப்பாடு என்பது பெயர்.

கட்டுப்பாட்டுத் தகட்டிற்கு மாறு மின்னழுத்தமளிக்கலாம். இம் மாறு மின்னழுத்தம் உள்ளீட்டு மாறு மின்னழுத்தத்தின் அலைவெண் உள்ளதாகவே இருக்க வேண்டும். ஆனால் இவ்விரு அலைவுகளின் கட்ட வேறுபாட்டை மாற்ற முடிய வேண்டும்.

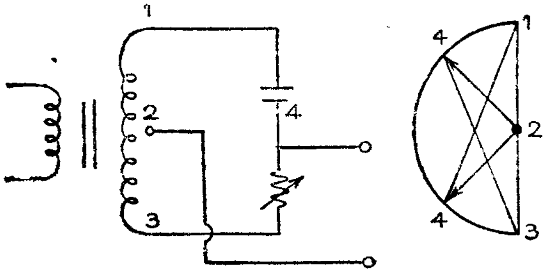


படம் 12—19.

கட்ட வேறுபாட்டு முறை
கோடிட்ட பகுதி மின்னோட்டத்தைக் குறிக்கிறது.

படம் 19-ல் பல நிகழ்ச்சிகள் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. (a)-ல் சேமிப்பான் அலைவும் தகட்டின் அலைவும் 180° கோண வேற்றுமையுடன் இருத்தலால் மின்னோட்டமே உண்டாகாது. (b)-ல் தகட்டின் அலைவு சேமிப்பான் அலைவுக்கு பின் தங்கியுள் ளது. ஆகவே சேமிப்பான் மின்னோட்டம், தகட்டின் மின்னழுத் தம் பூச்சியத்திற்கருகில் வரும்பொழுதுதான் உண்டாகும். படம் (c)-ல் சேமிப்பான் அலைவும், தகட்டின் அலைவும் ஒரே கட்டாக

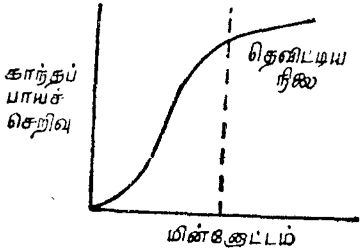
உள்ளன. ஆகவே 180° -ம் மின்னோட்டமுண்டாகும். படம் (d)-ல் தகட்டின் அலைவு சேமிப்பான் அலைவை முந்தியுள்ளது. ஆகவே சேமிப்பான் நேர்மின் மதிப்பாகும் பொழுது, தகடும் நேர்மின் மதிப்பாக இருந்து மின்னோட்டத்தைத் தடை செய்வதில்லை. மின்னோட்டமுண்டானதும் நேர்க் குறையணுக்கள் தகட்டைச் சூழ்ந்து, அதன் கட்டுப்பாட்டைத் தகர்க்கின்றன. ஆகவே, மின்னோட்டம், சேமிப்பான் எதிர்மின் மதிப்பாகும் பொழுதுதான் நிற்கும். ஆகவே, கட்ட வேறுபாட்டால் மின்திருத்தும் முறையில் தகட்டின் அலைவு சேமிப்பான் அலைவுக்குப பின்தங்கியதாகத்தான் முடியும். படத்தில் காட்டியபடி மின்னோட்டக் கோணத்தை 0°-லிருந்து 180° வரை மாற்றலாம்.



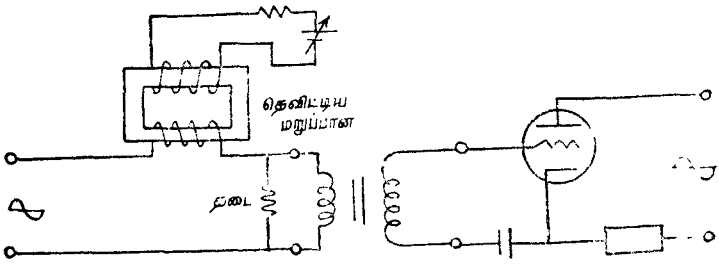
படம் 12—20.
கட்ட வேறுபாடு அடையும் முறை.

கோண மாற்றம் ஏற்படுத்த ஓர் எளிய முறை படம் 20-ல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இதில் மின்மாற்றியின் துணைச்சுருள் நடுத் தட்டிணைப்பு கொண்டதாக உள்ளது. அதன் வெளி முனைகளில் ஒரு தடையும் கொண்மியும் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. கொண்மியிருப்பதால் மின்னோட்டம் மின்னழுத்தத்தை முந்தும் படத்தில் மின்னழுத்தங்களின் நேறியங்கள் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. 31, தடையின் மின்னழுத்தத்தையும் 41 கொண்மியின் மின்னழுத்தத்தையும் குறிக்கிறது. நாம் அளப்பது 24 ன் மின்னழுத்தம். தடை பூச்சியமானால் 4,3 உடன் சேர்ந்துவிடும். அப்பொழுது 24, 23 என்று ஆகிவிடும். தடை மிக அதிகமாக இருந்தால் 4 ஒன்றுடன் ஒன்றிவிடும். அப்பொழுது 24, 21 ஆகிவிடும் ஆகவே தடையை மாற்றி, 24 ன் கட்ட வேறுபாட்டை 180° மாற்றலாம். ஆனால் அதன் வீச்சு மாறுதலடையாது 4 ஐ உமிழ்வானுடனும், 2 ஐத் தகட்டுடனும் இணைத்தால் கட்டுப்பாட்டுத் தகட்டின் கட்ட வேறுபாடு சேமிப்பானைப் பின்தங்கியிருக்குமாறு செய்யலாம்.

மற்றும் தெவிட்டிய எதிர்வினைப்பான், உச்சமூட்டும் மின் மாற்றி ஆகியவைகளையும் உபயோகிக்கலாம். தெவிட்டிய எதிர்வினைப்பான் ஓர் இரும்பு உட்கரு கொண்ட தூண்டம். இரும்பு உட்கருவின் தூண்டத்தின் மின்னோட்டத்திற்கு ஏற்றவாறு காந்தப் பாயச் செறிவு உண்டாகிறது. இச் செறிவு ஓர் உச்சநிலையை அடைந்ததும் அதற்குமேல் அதிகரிக்க முடியாமல் நின்றுவிடுகிறது இதனைத் திகட்டுதல் என்று கூறுவர். திகட்டிய மின்காந்தச் செறிவு மாற்றம் ஏற்படாததால் தூண்டத் தன்மை இழந்துவிடுகிறது. தூண்டத் தன்மை மின் தூண்டுதலால் உண்டாகிறது. இத் தூண்டுதல் காந்தப் பாயம் மாறினால் உண்டாகும். திகட்டிய பின் காந்தப் பாய மாறுதல் உண்டாகாது. ஆகவே மின் தூண்டுதல் இல்லை. அப்பொழுது இத் தூண்டத்தின் மறுப்பு குறைந்துவிடுகிறது. திகட்டல் ஏற்படும் மின்னழுத்தத்தை ஒரு சார்புள்ள நேர்மின்னோட்டத்தால் மாற்றலாம். நேர்மின்னோட்டம் ஒரு நிலையான காந்தப் பாயத்தை உண்டாக்குவதால் திகட்டக் கொடுக்கவேண்டிய மின்



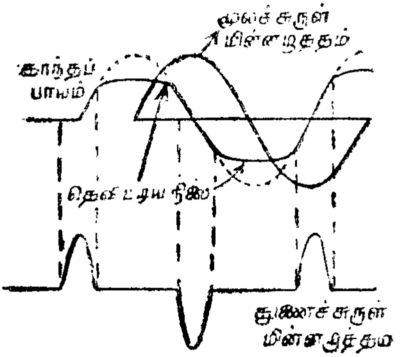
படம் 12-21 (a)
காந்தப்பொருளின சிறப்பியலபு



படம் 12—21
தெவிட்டிய மறுப்பான் கட்டுப்பாட்டு முறை

னழுத்தம் குறைந்துகொண்டே வருகிறது படம் 21 ல் தடையில் வரும் மின்னழுத்த அலை வடிவம் எதிர்வினைப்பான் திகட்டியதும்தான் வரும். எதிர்வினைப்பான் திகட்டாதபொழுது அதில் மின்னழுத்தம் உண்டாகாது. தடையில் வரும் மின்னழுத்தத்தை மின்மாற்றி மூலம் தகட்டுக்கு அளித்து வளிம மும்முனையத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

உச்சமூட்டும் மின்மாற்றியில் இதன் இரும்பாலான உட்கரு குறைந்த காந்தப் பாயத்திலேயே திகட்டிய நிலையடையும்படி அமைக்கிருர்கள். இதனுல் துணைச் சுருள் மின்னழுத்தம் ஈட்டி முனைகள்போல் வருகின்றன. கட்ட வேறுபாட்டு மின்னழுத்தத்தை (V_{24} — படம் 20) இம் மின்மாற்றியில் கொடுத்தால் துணைச்சுருளில் ஈட்டி முனை மின்னழுத்த வடிவம் அமையும். இதனுல் எந்தக் கோணத்தில் மின்னேட்டம் ஏற்பட வேண்டுமோ அந்தக் கோணத்தில் சரியாக இந்த ஈட்டி முனை மின்னழுத்தத்தை அமைத்துத் திறன் திருத்தியைப் பணியாற்றச் செய்யலாம்.

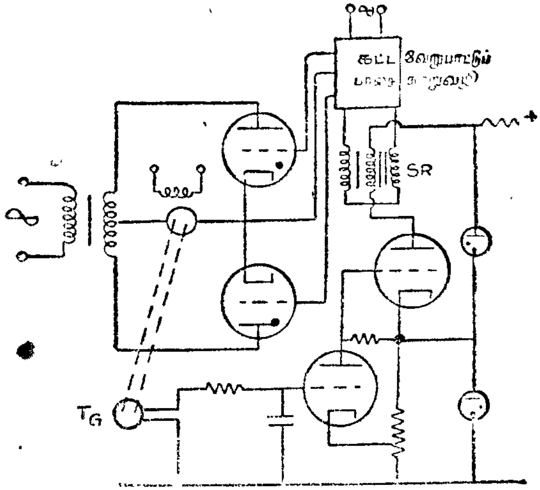


படம் 12—22.

உச்சமூட்டும் மின்மாற்றி

மேலே கூறிய முறைகள் மூலம் மின்திருத்தியின் நேர்மின்னழுத்தத்தைச் சுலபமாக மாற்றலாம். உதாரணமாக, நேர்மின் மின்னேடியின் வேகத்தை மாற்ற, ஒன்று அதன் புலச்சுருளின் மின்னேட்டத்தை மாற்றலாம்; அல்லது அதன் மின்னகத்தின் மின்னழுத்தத்தை மாற்றலாம். புலச் சுருளின் மின்னேட்டம் குறைய, வேகம் அதிகமாகும். சுழற்றுமை காந்தப் பாயச் செறிவையும் சுழல் சுருளின் மின்னேட்டத்தையும் பொறுத்தது. குதிரைத் திறன் சுழற்றுமையையும் சுழலும் வேகத்தையும் பொறுத்தது. ஆகவே புலச்சுருளின் மின்னேட்டத்தை மாற்றினுல் சுழற்றுமை குறையும்; ஆனுல் சுழலும் வேகம் அதிகரிக்கும். ஆகவே குதிரைத் திறன் மாருது. ஆனுல் சுழல் சுருளின் மின்னழுத்தத்தைக் குறைத்தால் வேகம் குறையும். ஆனுல் சுழற்றுமை மாருது. ஆகவே ஒரு மின்னேடியின் வேகத்தைக் குறைக்க சுழல் சுருளின் மின்னழுத்தத்தையும், அதிகரிக்க புலச்சுருளின் மின்னழுத்தையும் குறைக்கலாம். நெசவு ஆலைகளில் மின்னேடியின் வேகம் அதன் சுமை எவ்வாருயினும் ஒரே நிலையாக இருக்கவேண்டும். இதற்குச் சில பின்னூட்டச் சுற்றுவழிகள் அமைத்து வேகத்தை ஒரே நிலையாக்குகிருர்கள். உதாரணமாக, வேகத்தை அளக்க விரைவு அளவி மின்னுக்கியை உபயோகிக்கலாம். இதில் வேகத்திற்கு ஏற்றவாறு மின்னழுத்தமுண்டாகும். இம் மின்னழுத்தத்தை மின்

மிகைப்பியில் ஒரு மின்னழுத்த மேற்கோளுடன் ஒப்பிட்டு, இவைகளின் வேறுபாட்டை மின்மிகைப்பியால் திகட்டிய எதிர் விளைப்பானின் கட்டுப்பாட்டு மின்னோட்டமாக அமைக்கலாம்.



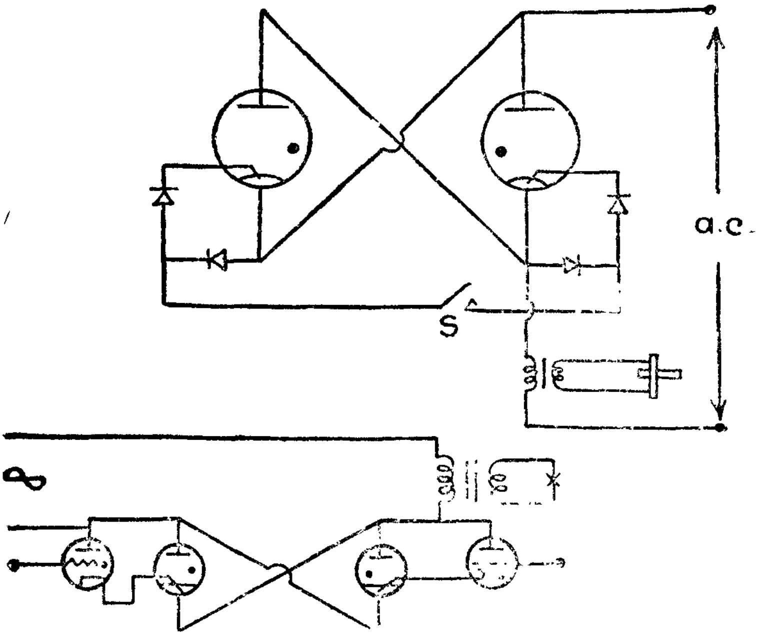
படம் 12—23.

மோட்டார் வேகக் கட்டுப்பாடு

T_a-ன் மின்னழுத்தம் குறைவாக இருந்தால் மின்னோட்டம் ஏற்படாது. இது T_3 என்ற மின்மிகைப்பியில் அதிக மின்னோட்டமுண்டாகச் செய்கிறது. இதன் T_1 தகட்டிற்குக் குறைந்த கோண வேறுபாட்டிலேயே மின்னழுத்தம் வந்து அதில் மின்னோட்டமுண்டாகச் செய்கிறது. வேகம் அதிகமாக ஆக, T_4-ன் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. இதனால் T_1-ன் மின்னோட்டக் கோணம் குறைந்து கொண்டே வந்து மின்னோடியின் மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கிறது.

மற்றொரு வழி மின்னகத்தின் மின்னழுத்தத்தை நிலையாகச் செய்வது ஆகும். இதில் மின்னகத்தின் மின்னழுத்தத்தின் ஒரு பாகத்தை T_a-க்குப் பதிலாக T_2-ன் கம்பி வலைக்குக் கொடுக்க வேண்டும். இது திறன் அதிகமாக உள்ள மின்னோடிகளில் செய்யப்படுகிறது. இதே கொள்கைகளைப் பலகட்ட மாறு மின் உள்ளீடுள்ள நேர்மின்திறன் திருத்திகளிலும் உபயோகிக்கலாம். இங்கு ஒவ்வொரு மும்முனையத்திற்கும் தனித்தனியே தகட்டிற்கு அந்தந்த குழலுக்கேற்ப மாறு மின்னழுத்தம் அளிக்க வேண்டும்.

மின்பற்றவைப்பிலும் வளிமக் குழல்களை உபயோகப்படுத்தலாம். தடைப் பற்றவைப்பு முறையில் இவை இயங்குகின்றன. பற்றவைக்க வேண்டிய இடத்தில் நிறைய மின்னோட்டத்தைச் சில விநாடிகள் பாயச் செய்கிறார்கள். I^2R திறனால் இணைப்பின் மாழைகள் உருகி, பிறகு சேர்ந்துவிடுகின்றன. இந்த அதிக அளவு மின்திறனைப் பாய்ச்சி நிறுத்த இக்னிட்ரான்களை இணைப்பியாக உபயோகிக்கலாம். இக்னிட்ரானில் சுடர்மூட்டியில் மின்னோட்டம் ஏற்பட்டால்தான் மின்கடப்பு உண்டாகும். சுடர்மூட்டியை ஒரு வளிமக் குழல் மூலம் மாறுமின் நிரப்பிக்கு இணைத்தால், வளிமக் குழலில் மின்னோட்டமுண்டானால் தான், இக்னிட்ரானில் மின்னோட்டமுண்டாகி பற்றவைப்பு மின் மாற்றியில் மின்னோட்டமுண்டாகும். வளிமக் குழலை முன்பு

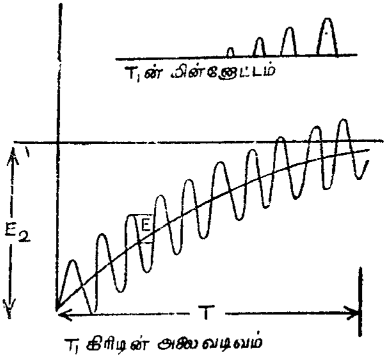


படம் 12—24.

இக்னிட்ரான் மூலம் பற்றவைப்புக் கட்டுப்பாடு

கூறியவாறுகட்டுப்படுத்திபற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தைக்கட்டுப்படுத்தலாம். இதற்கு வெப்பக் கட்டுப்பாடு என்பது பெயர். சுமை தூண்டத் தன்மை உடையதாதலால் மின் கடத்தும் கோணத்தைச் சரியாக அமைக்கவேண்டும். இல்லையானால் நிலையற்ற மின்

ஞேட்டங்களால் சூடாக்கும் பணி அவ்வளவு சரியாக நடவாது. ஆகவே வளிமக் குழல் மின்கடத்தும் கோணம் சுமையின் கட்ட வேற்றுமைக்கு ஏற்றவாறு அமையவேண்டும். இதற்கு இணக்கப் பற்றவைப்பு என்பது பெயர். பற்றவைப்பு நேரத்தைக் காலக் கணக்கிடு சுற்றுவழியால் கட்டுப்படுத்தலாம். ஒரு கணக்கிடு சுற்றுவழி, படம் 25-ல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இணைப்பி S திறந்திருக்கும்பொழுது, E_2 என்ற மின்னழுத்தம், தகடு, உமிழ்வான் R_4 வழி மின்ஞேட்டமுண்டாகி, C_1 க்கு மின்னேற்றிவிடும். இணைப்பி மூடினால் கொண்மி C_1-ன் நேர்மின்னழுத்தத்துடன் E_1 கலந்து கம்பி வலையில் வரும். C_1 மின்னிறக்கம் உண்டாக அலை வடிவங்கள் உயர வந்து T_1-ல் மின்ஞேட்டமுண்டாக்கும். அப்பொழுது மின்காந்த உணர்த்தியின் மின்னகம் ஈர்க்கப்பட்டு; தொடுத் தகடுகள் இணைக்கப்படும். T என்பது தாமத நேரம் E_1, E_2-இந்த மின்னழுத்தங்களை மாற்றி, தாமத நேரத்தை நமக்கு வேண்டியவாறு அமைத்துக் கொள்ளலாம்.

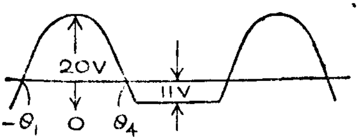


படம் 12—25.

வரிவடிவம்

பிரச்சினைகள்

1. ஒரு வளிம இருமுனையம் 150 Ω தடைக்கு, 20 V உச்ச மாறுமின் நிரப்பியிலிருந்து மின்ஞேட்டமுண்டாக்குகிறது. வளிமக் குழலின் மின்னழுத்த வேற்றுமை 11 V. தடையிலிருக்கும் சராசரி மின்னழுத்தத்தைக் கணக்கிடுக.



மின்ஞேட்டம், மின் நிரப்பியின் அழுத்தம் 11 V-க்கு மேற்பட்டால் தான் உண்டாகும்.

$$20 \cos \theta_1 = 11.$$

$$I_a = \frac{1}{\pi} \int_0^{\theta_1} \frac{(20 \cos \theta - 11)}{150} \, d\theta.$$

$$= \frac{1}{1\cdot 0\pi}[20 \sin\theta - 11\theta]_0^{\theta_1}$$

$$= 12\cdot 2\ mA.$$

2. வளிம மும்முனையம் 230 V. 50 Hz மின் நிரப்பியில் மின் திருத்தியாக உபயோகப்படுகிறது. இதன் கட்டுப்பாட்டு விகிதம் 15. இங்குக் கட்டுப்பாட்டு வலை நேர் மின்னழுத்த வேறுபாட்டு முறை உபயோகப்படுகிறது. சுமையில் சராசரி நேர் மின்னழுத்தம் 72 mA. சுமையின் தடை 1000 Ω. கட்டுப்பாட்டு வலையின் நேர் மின்னழுத்தத்தைக் கணக்கிடுக.

$$V_{dc} = \frac{V_m}{2\pi}(1 + \cos\theta)$$

$$V_{dc} = \frac{72}{1000} \times 1000 = 72\ V.$$

$$V_m = 230 \times \sqrt{2} = 325\ V.$$

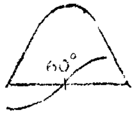
$$72 = \frac{325}{2\pi}(1 + \cos\theta)$$

$$= 52\ (1 + \cos\theta)$$

$$\cos\theta = \frac{20}{52}.$$

$$V_c = -\frac{325 \sin\theta}{15} = -\ 20\ V$$

3. ஒரு கட்டுப்பாட்டு மின் திருத்தியின் சேமிப்பான் மின் நிரப்பி 250 V RMS. மாறு மின்னோட்டம். கட்டுப்பாட்டு வலையில் 100 V RMS சேமிப்பானுக்கு 60° பின் தங்கி வருகிறது. சுமையின் தடை 1000 Ω. அதில் வரும் சராசரி மின்னோட்டமென்ன? கட்டுப்பாட்டு விகிதம் 15. வளிமக் குழலில் மின்னழுத்தமில்லை என்று கொள்க.



$250\sqrt{2}\sin\theta$-சேமிப்பான் அழுத்தம்.

$100\sqrt{2}\sin(\theta - 60°)$-கட்டுப்பாட்டு வலை அழுத்தம்.

கணக்கிடும் காலத்தில் சேமிப்பான் அழுத்தம்

= கட்டுப்பாட்டு வலை அழுத்தம் × 15 என்ற மதிப்பிருந்தால் மின்னோட்டமுண்டாகும்.

$$250\sqrt{2}\sin\theta_1 = -100\sqrt{2}\sin(\theta_1 - 60^\circ) \times 15$$

$$\frac{250}{100 \times 15} = -\frac{\sin\theta_1 \cos 60^\circ - \cos\theta_1 \sin 60^\circ}{\sin\theta_1}$$

$$\cdot 1067 = -\frac{1}{2} + \cot\theta_1 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{\cdot 6067 \times 2}{\sqrt{3}} = \cot\theta_1$$

சராசரி மின்னோட்டம் $= \frac{250\sqrt{2}}{1000 \times 2\pi}(1 + \cos\theta_1)$

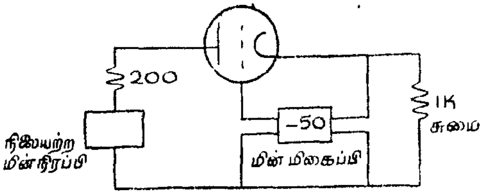
$= \frac{353\cdot 5}{2\pi}(1 + \cos\theta_1)\, mA$

$= 90\cdot 5\ mA$

$\mu = 2\cdot 5$

$r_a = 300$

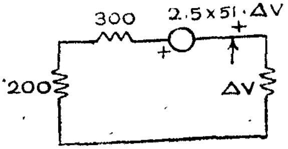
4.



இதன் வெளியீட்டு உட்தடையைக் கணக்கிடுக. நிலையற்ற மின் நிரப்பின் மின்னழுத்தம் 10 V மாறினால் சுமையில் எவ்வளவு மாறுதலடையும் ?

வெளியீட்டில் $\triangle V$ மாறுதல் உண்டாகட்டும்.

அது தொடர்க் குழலின் உள்ளீட்டில், $-(50\triangle V + \triangle V)$ ஆக வருகிறது. இணை மாற்றுச் சுற்று வழியில் படத்திலுள்ளது போல் வரும்.



ஆக, மின்னோட்டம் $= \frac{128\cdot 5\ \triangle V}{500}$

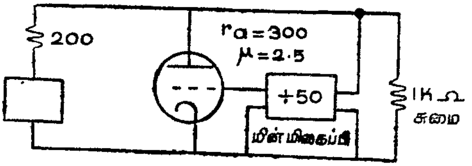
தடை $= \frac{\triangle V \times 500}{128\cdot 5 \times \triangle V} = 3\cdot 9\ \Omega$

$\triangle V_i = I(500) + 128\cdot 5 \times I \times 1000$

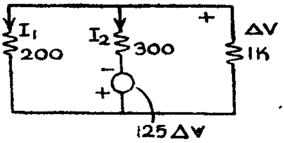
$$I = \frac{\Delta V_i}{500 + 128 \cdot 500} = \frac{\Delta V_i}{129000}$$

$$\Delta V_o = I \times 1000 = \frac{\Delta V_i}{129} = \frac{10}{129} = \cdot 0775\ V$$

5. துணை நிலையாக்கி, நேர் மின்னழுத்தச் சுற்று வழியில் வெளியீட்டு உட்தடையையும், நிலையற்ற மின் பரப்பியில் 10 V மாறினால் சுமையில் ஏற்படும் மின்னழுத்த மாறுதலையும் கணக்கிடுக.



வெளியீட்டில் ΔV மாறினால்,



$$I_1 = \frac{\Delta V}{200}$$

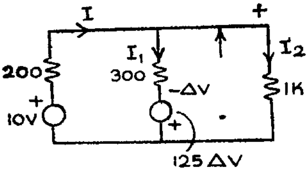
$$I_2 = \frac{\Delta V \times 126}{300}$$ [அதாவது $50 \times 2 \cdot 5 + 1$]

$$I_1 + I_2 = \frac{\Delta V}{200} + \frac{126 \Delta V}{300} = \frac{\Delta V\,[25500]}{60000}$$

$$\text{தடை} = \frac{\Delta V}{I_1 + I_2} = \frac{6}{2 \cdot 55} = 2 \cdot 35\ \Omega$$

$$I_1 \times 300 - 125 \Delta V = \Delta V.$$

$$I_1 = \frac{126 \Delta V}{300} = \frac{126 \times 1000}{300} \times I_2 = 420\, I_2$$

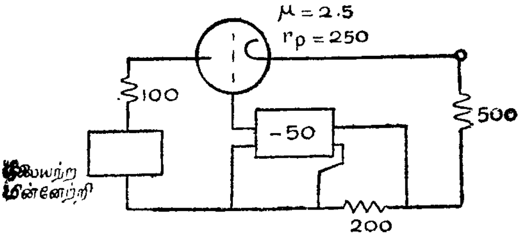


$$I = I_1 + I_2 = 421\, I_2$$
$$10 = 421\, I_2 \times 200 + I_2\, 1000$$
$$= 85200\, I_2$$

$$I_2 = \frac{10}{85200}$$

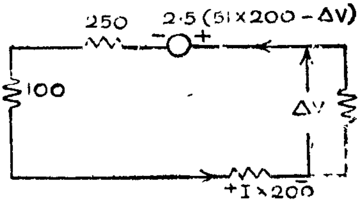
$$\Delta V = \frac{10 \times 1000}{85200} = \frac{1}{8 \cdot 52} = \cdot 118\ V$$

6. ஒரு மின்னோட்ட நிலையாக்கியின் சுற்று வழி கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



இதன் வெளியீட்டு உட்தடையையும், நிலையற்ற மின்னேற்றியில் 10 V மாற்றமுண்டானால் சுமையில் ஏற்படும் மின்னழுத்த மாறுதலையும் கணக்கிடுக.

உட்தடை கணக்கிட

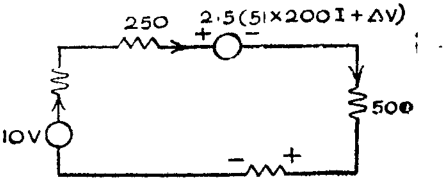


$$\Delta V = 2{\cdot}5\,(51\,I \times 200 - \Delta V) + I\,(250 + 100 + 200)$$

$$= I\,[550 + 25500] - 2{\cdot}5\,\Delta V$$

$$3{\cdot}5\,\Delta V = I \times 26050$$

$$\frac{\Delta V}{I} = \frac{26050}{3{\cdot}5} = 7443\ \Omega$$



$$10\,V = I\,[100 + 250 + 500 + 200] + 10700 \times 2{\cdot}5\,I$$

$$\therefore\quad I = \frac{10}{27800}$$

$$\Delta V_o = I \times 500 = \frac{10 \times 500}{27800} = 0{\cdot}18\ V$$

7. ஒரு வளிம மும்முனைய இரம்பப் பல் இயற்றியில், 0·05 μF கொண்மியும், 5 $K\Omega$ முதல் 50 $K\Omega$ வரை மாறு தலடையும் தடையும் உள்ளன. வளிமக் குழல் 200 V-ல் மின்னிறக்கமுண்டாக்கும். அதன் அழுத்தம் 15 V-ல் மின்னிறக்கம் அணையும். இதனால் வரும் பட்டையின் அலைவெண்களைக் கணக்கிடுக. மின் நிரப்பியின் அழுத்தம் 300 V.

$$T = CR\ l_n \cdot \frac{V_{BB} - V_{ext}}{V_{BB} - V_{ig}} = CR\ l_n\ \frac{300 - 15}{300 - 200}$$

$$= \cdot 05 \times 5000 \times 10^{-6}\ l_n \cdot 2{\cdot}85$$

$$f = \frac{1}{T} = 3800 \text{ Hz.}$$

குறைந்த அலைவெண் $= \dfrac{1}{\cdot 05 \times 50000 \times 10^{-6}\ l_n\ 2{\cdot}85}$

$= 380$ Hz.

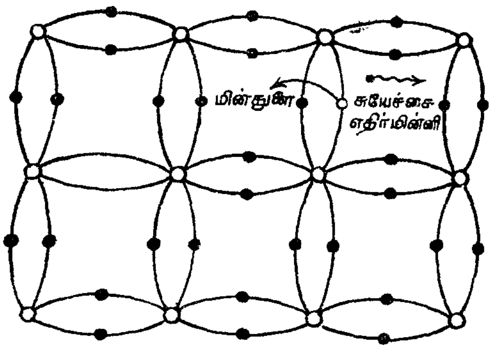
13. இருமுனைக் குறைகடத்திக் கருவிகள்

முதல் அத்தியாயத்தில் ஒரு பொருளின் கடத்தி, காப்புத் தன்மைகளைப் பட்டைக் கொள்கைகளின் மூலம் விளக்கினோம். ஒரு திடப்பொருள் அதன் அணுக்களிடையே உள்ள ஈர்ப்புச் சக்திகளினால் திடத்தன்மை உடையதாகிறது. இந்த ஈர்ப்பு விசை கூலும் ஈர்ப்பினால் ஏற்படலாம். இரசாயனச் சேர்க்கை ஏற்படும்பொழுது ஓர் அணு அதன் கோள எதிர்மின்னியை மற்றோர் அணுவுக்குக் கொடுத்துவிடுவதால் இவ்வணு நேர்மின் குறையணுவாகிறது. எதிர்மின்னியைக் கொண்ட அணு எதிர்மின் குறையணுவாகிறது. இவ்விரண்டிற்குமிடையே கூலும் ஈர்ப்பு விசை உண்டாகிறது. திடப்பொருள், நேர்மின் குறையணுக் கூட்டம், எதிர்மின் குறையணுக் கூட்டம், ஆகியவற்றிடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசை இதனால் திடத்தன்மை பெறுகிறது. மற்றொரு முறை கடத்தி மாழைகளில் உண்டாகிறது. இங்கு அணுக் கருக்கள் ஒரு சீராக அமைந்துள்ளன. வெளிக் கோளப் பாதையிலுள்ள எதிர்மின்னிகள் அணுவுக்கு அணு தாவிக் கொண்டிருக்கின்றன. இந்த எதிர்மின்னிக் கடல் அணுக் கருக்களைச் சூழ்ந்து, சிமெண்டைப்போல் அணுக் கருக்களை நிலையாக இருக்கச் செய்கின்றன. இதற்கு மாழை இணைப்பு என்பது பெயர். மற்றும் கரி சம்பந்தப்பட்ட கலவைகளில் மூலக் கூறுகளிடையே ஈர்ப்பு விசையால் இணைந்து திடமாக இருக்கின்றன. இந்த ஈர்ப்பு விசை மிகக் குறைந்த அளவு இருப்பதால் இந்தக் கலவைகள் பிளாஸ்டிக் தன்மையுடையனவாக உள்ளன. கடைசி வகை ஓரியல் முனைவு இணைப்பு ஆகும். தனிம அட்டவணையைக் கவனிப்போம். இது தனிமத்தின் கூடுகை எண் அல்லது இரசாயன இணை திறனுக்கு ஏற்றவாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இணைதிறன் அணுவின் வெளிக் கோளப் பாதையில் உள்ள எதிர் மின்னிகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது. நீர்

வாயுவில் ஒரு புரோட்டானும் ஓர் எதிர்மின்னியும் உள்ளன. ஆகவே அதன் இணை திறன் ஒன்று. அதேபோல் சோடியம், பொட்டாசியம், லிதியம், முதலியவைகளில் வெளிக்கூட்டில் ஓர் எதிர்மின்னியே உள்ளது. இக் கூடுகளை K, L, M, N, ... என்று பிரிக்கலாம். K கூடு இரண்டு எதிர்மின்னிகளுடன்தெவிட்டிவிடும். அதாவது K கூட்டில் இரண்டு எதிர்மின்னிகள் இருந்தால் அந்த அணு இரசாயனச் சேர்க்கையில் ஈடுபடாது. மற்றக் கூடுகளில் 8 எதிர்மின்னிகள் இருந்தால் அவ்வாறுன அணுக்கள் இரசாயனச் சேர்க்கையில் ஈடுபடா. இரசாயனச் சேர்க்கை என்பது சேரும் அணுக்கள் அவைகளின் எதிர்மின்னிக் கூடுகள் திகட்டிய நிலை அடையுமாறு எதிர்மின்னிப் பரிமாற்றம் ஏற்படுத்துதல் என்று கூறலாம். தனிம அட்டவணைப்படி முதல் கட்டத் தனிமங்கள் ஏழாம் கட்ட தனிமங்களுடன் ஒரு நிலையான கலவைகளை ஏற்படுத்தும். (உ-ம்.) சோடியமும் க்ளோரினும் சேர்ந்து சோடியம் க்ளோரைட் என்னும் உப்பை ஏற்படுத்தும். இதில் சோடியம் வெளிக்கூட்டில் ஓர் எதிர்மின்னி உடையது. க்ளோரின் வெளிக்கூட்டில் ஏழு எதிர்மின்னிகளை உடையது. ஆகவே, சோடியத்தின் ஓர் எதிர்மின்னி க்ளோரினுக்குச் சென்றுல், இரண்டின் கூடுகளும் திகட்டிய நிலையில் அமையும். இதேபோல் இரண்டு, ஆறு ஆகிய பத்திகளில் உள்ள தனிமங்கள் எளிதில் இரசாயனச் சேர்க்கை அடையும். இதேபோல் மூன்று, ஐந்து பத்திகளில் உள்ளவை இரசாயனச் சேர்க்கை அடையும். இவ்வாறு இரசாயனச் சேர்க்கையடைந்து உண்டாகும் திடப் பொருள்கள், கூலும் ஈர்ப்பு விசையால் திடத்தன்மையை அடைகின்றன. 4-வது பத்தியிலிருக்கும் பொருள்களான கரி, ஜெர்மானியம், ஸிலிகான், தகரம் ஆகியவை தம்முடனேயே சேர்க்கை அடையும். ஏனென்றுல் கூடுகையெண் நான்காக இருத்தலால் அவை கூடுகை எண் நான்காக உள்ளவையுடன் கலவை கொள்ளும்; அதாவது தம்முடனேயே சேரும். இதற்கு ஓரியல் முனைவு இணைப்பு என்பது பெயர். கரி, வைரமாக இருக்கும் பொழுது இந்த இணைப்பு ஏற்படுகிறது. இதன் அமைப்பு ஒரு தனிம அணு அதைச் சுற்றி உள்ள 4 தனிம அணுக்கள் ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் ஓர் எதிர்மின்னியை இணைத்துக் கொள்கிறது. ஆகவே ஒவ்வொரு தனிமத்தின் வெளிக்கூட்டிலும் எட்டு எதிர்மின்னிகள் இருக்கும். இவற்றுள் 4 அதனைச் சேர்ந்தவை ; மற்ற நான்கும், பக்கத் தனிம அணுக்களினின்று ஒவ்வோர் எதிர்மின்னி கொள்வதால் ஏற்படும்

படம் 1-ல் காட்டியபடி 4 எதிர்மின்னி ஜோடிகள் ஒவ்வோர் அணுவையும் சுற்றும். ஒவ்வொரு ஜோடியும் இரண்டு தனிம

அணுக்களைச் சேர்த்துச் சுற்றும். ஆகவே ஒவ்வோர் அணுவின் வெளிக்கூட்டிலும் எட்டு எதிர்மின்னிகளாக அமைந்து திகட்டிய நிலை உண்டாக்குகின்றன. இந்தத் திகட்டிய நிலையால் இப் படி

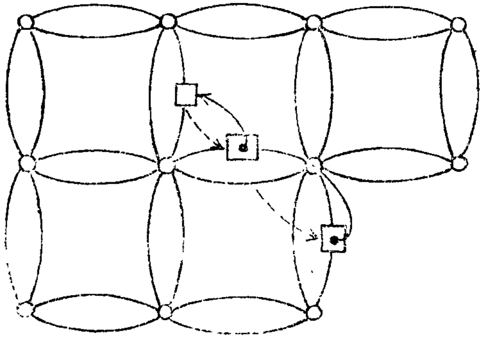


படம் 13—1.

ஓரியல் முனைவு இணைப்பு

கும் மின்காப்பியாகத் திகழ்கிறது. கோளப் பாதையிலிருக்கும் எதிர்மின்னியைக் கருக் கட்டுப்பாட்டிலிருந்து நீக்க, நாம் புறச் சக்தியளிக்கவேண்டும். இப் புறச்சக்தியின் மதிப்பு தனிமத்தைப் பொறுத்தது. வைரத்திற்கு இப் புறச்சக்தி 7 *eV*-க்கும் அதிகமாக இருப்பதால் அது நல்ல மின்காப்பியாகத் திகழ்கிறது. சிலிகானுக்கு இச் சக்தி 1·1 *eV*; ஜெர்மானியத்திற்கு 0·7 *eV*; தகரத் திற்கு மிகக் குறைவு. ஆகவே சூழ் வெப்பநிலையில் எதிர்மின்னி கள் கட்டு அகன்று சுதந்தரமாகிவிடுகின்றன. இந்தக் கட்டற்ற எதிர்மின்னிகளால் தகரம் மின்கடத்தியாகத் திகழ்கின்றது. ஜெர்மானியம் (*Ge*), ஸிலிகான் (*Si*) - இவைகளில் சூழ்வெப்ப நிலையில் சில எதிர்மின்னிகளே கட்டற்று இருக்கின்றன. ஆகவே, அவை முழு அளவு காப்பியும் அல்ல; கடத்தியும் அல்ல என்ற நிலையில் குறை கடத்திகளாகத் திகழ்கின்றன. இக் குறை கடத்திகளில் பாயும் மின்னோட்டம் சூன்யக் குழல்களில் பாயும் மின்னோட்டத்திற்கீடாக இருப்பதால், இவைகளை மின்னணு வியலில் உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். எதிர்மின்னிகள் கட்டுடைந்து வெளிவருதலை இணைப்பு முறிவு என்று கூறலாம். ஃபெர்மி தத்துவப்படி ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்வெப்ப நிலையில் எத்தனை எதிர்மின்னிகள் கட்டு மீறும் என்று கணக்கிடலாம். ஆனால் கட்டுமீறி எதிர்மின்னி தன்னிச்சையாக அலையும்பொழுது கட்டுமுறிவால் இணைப்பில் குறை ஏற்படுகிறது. இதனை மின் துளை

(Hole) என்று கூறலாம். படிகத் தத்துவப்படி இந்தக் கட்டுக்கோப்பு அமைந்தாக வேண்டும். ஆகவே இந்தக் குறையை நிவர்த்திக்கப் படிகச் சக்திகள் முயலும். அண்டையிலுள்ள கட்டிலிருந்து எதிர்மின்னியை இழுத்து இந்தக் குறையை மாற்றும்.



படம் 13—2.

—→ எதிர்மின்னி குதிக்கும் வழி ; மின்துளை போகும் வழி ---→

ஆனால் அண்டைக் கட்டில் குறைதோன்றும். ஆகவே இந்த மின்துளையும் நகர்ந்து கொண்டே போகும். ஆனால் மின்துளை குதித்துக் குதித்துப் போவதால் அதன் சராசரி வேகம் குறைவாகவே இருக்கும். உண்மையாக எதிர்மின்னிதான் தத்தித் தத்திச் செல்கிறது. சராசரி வேகம் வேறாக இருப்பதாலும், புறத்தே அளக்கும்பொழுது ஒரு நேர்மின்னேற்றி நகருவது போலத் தோற்றமளிப்பதாலும் இதனை மின்துளை என்ற ஒரு தனி மின்துகளாகக் கொள்கிறோம். படிகத்திலேயே மின்னோட்டத்தைப் பற்றி ஆராய்வோம். ஒரு படிக மின்கடத்தியில் மின்னழுத்த வேற்றுமை உண்டாக்கினால் மின்புலம் ஏற்படுகிறது. இதனால் எதிர்மின்னிகள் முடுக்கப்படுகின்றன. ஒரு நிலையான மின்னழுத்தத்தினால் நிலையான மின்புலமேற்படும். ஆகவே நிலையான முடுக்கமும் உண்டாகும். அப்பொழுது இம் முடுக்கத்தால் எதிர்மின்னியின் வேகம் அதிகரித்துக் கொண்டே போகவேண்டும். மின்னோட்டம் எதிர்மின்னியின் வேகத்தைச் சார்ந்திருக்கும். அப்பொழுது மின்னோட்டம் அதிகரித்துக் கொண்டே போகவேண்டும். ஆனால் ஒரு நிலையான மின்னழுத்தத்தில் நிலையான மின்னோட்டமே உண்டாகிறது. ஆகவே வேகம் நிலையானதாகிறது. இதற்குக் காரணம் என்ன? எதிர்மின்னி நகரும்பொழுது அண்டையிலுள்ள தனிம எதிர்மின் கருக்கள் அதை ஈர்க்கின்றன. ஆகையால் திசைமாறி அதன் ஆற்றலைக் குறைத்

துக் கொண்டே வருகிறது. இந்த ஈர்ப்பால் உண்டாகும் திசை மாற்றங்களை மோதல்கள் என்று கூறுவர். (ஆனால் அவை உண்மையாகவே மோதி ஆற்றல் மாறுதலடைவதில்லை. கூலும் ஈர்ப்பால்தான் ஆற்றல் மாறுதல் உண்டாகிறது.) ஆகவே இவ்வாறு பல மோதல்களால் எதிர்மின்னியின் ஆற்றல் சமப்பட்டு கடைசியில் ஒரு நிலையான மின்னோட்டத்தை வந்தடையும். மின்புலனீர்ப்புக்கும், எதிர்மின்னி (அல்லது மின்துளை) வேகத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை நகர்வு, நகர் திறன் என்று கூறுவர். இந்த நகர்வு, அணுக்களின் செறிவையும், பருமனிலுள்ள சுயேச்சை எதிர்மின்னிகளின் அளவையும் பொறுத்திருக்கிறது. மின்கடத்தியில் நகர்வு வினாடிக்கு 50 — 100 செ மீ. மின்புலனீர்ப்பு செ மீ.-க்கு ஒரு வோல்டாக இருக்கும்பொழுது உண்டாகும். ஏனென்றால் இங்கு ஒவ்வோர் அணுவும் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எதிர்மின்னிகளை, சுயேச்சையாக இருக்க இழப்பதால், ஒவ்வோர் அணுவும் எதிர்மின்னியை ஈர்த்துத் திசை மாறச் செய்துவிடும். இதனால் எதிர்மின்னியின் போக்குக்கு அதிகத் தடை உண்டாகிறது. ஆனால் குறை கடத்தியில் 10^6 — 10^{15} அணுக்களுக்கு ஒன்று எதிர்மின்னியை இழக்கும்; ஆகவே தடை குறையும். ஆகவே, நகர்வு வினாடிக்கு 1500 — 3000 செ. மீ. வரை மின்புலமீர்ப்பு செ.மீ.-க்கு 1 வோல்ட் இருக்கும்பொழுது உண்டாகும். மின்னோட்டச் செறிவு $= e.\, n.\, \mu_n$. இதில் e மின்னேற்றம் $1{\cdot}6 \times 10^{-19}$ கூலும்; n எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை ஒரு கன செ மீ.-ல்,); μ_n என்பது எதிர்மின்னியின் நகர்வு. தோராயமாக நகர்வு, சராசரி வேகத்தைப் பொறுத்தது. சராசரி வேகம் எதிர்மின்னிகளை இழந்த அணுக்களின் இடைவெளியைப் பொறுத்தது. இவ்விடைவெளி எதிர்மின்னி எண்ணிக்கையின் கன மூலத்திற்கு நேர்மாறு விகிதத்தைச் சார்ந்தது. இந்த இடைவெளியைச் சராசரித் தடையற்ற இடைவெளி என்று கூறலாம். ஆகவே நகர்வின் அதிகரிப்பால் கடப்பு சிறிதளவு அதிகரித்தால் எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை குறைந்து கொண்டே போவதால் கடப்பு மிகவும் குறைந்து விடுகிறது. இதேபோல் மின்துளைகளுக்கும் நகர்வைக் கணக்கிடலாம். இதன் நகர்வு எதிர்மின்னியின் நகர்வுக்குப் பாதிக்கும் சிறிதளவு குறைவாக இருக்கும். அசுவியலான அல்லது உள்ளார்ந்த அல்லது கலப்பற்ற குறைகடத்தியில் எதிர்மின்னி அளவும் மின்துளையளவும் ஒன்றாகவே இருக்கும், ஏனென்றால் சுயேச்சை எதிர்மின்னி உண்டாகும் பொழுது தானே ஒரு மின் துளையும் ஏற்பட்டு விடுகிறது. n, எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை, p, மின்துளைகளின் எண்ணிக்கை (இரண்டும் ஒரு கன செ.மீ .-ல்) என்றால், மின்னோட்டச் செறிவு j ஆகும்.

$$j = e\,(n\mu_n + p\mu_p)\,E \qquad \ldots \quad (1)$$

இதில் μ_n, μ_p முறையே எதிர்மின்னி, மின்துளை ஆகியவை களின் நகர்வுகள். E என்பது மின்புலமீர்ப்பு(செ. மீ.-க்கு வோல்ட் என்கிற அளவில்.)

$$j/E = \sigma = \text{கடத்துத்திறன்} = e\,[n\mu_n + p\mu_p]. \qquad \ldots \quad (2)$$

இக் குறை கடத்தியில் வேற்றுப் பொருள்களைக் கலக்கலாம். இவ் வேற்றுப் பொருள் அணுக்கள் அணிக் கோவையின் இடை வெளியில் செறுகுகளாகத் திகழலாம். இதனால் தவிர்க்கப்பட்ட பட்டைகளின் நடுவே சில மட்டங்கள் உண்டாகும். இம் மட்டங் கள் எதிர்மின்னி, மின்துளை ஆகியவைகளின் சேர்க்கையை துரிதப்படுத்துகின்றன. இதனால் மறு சேர்வு நேரம் குறை கிறது. வெப்பநிலை அல்லது புறச் சக்திகளால் எதிர்மின்னி, மின்துளை ஜோடிகள் உண்டாகின்றன. அவை ஒன்று சேர்ந்து படிகக் கட்டை ஏற்படுத்துகின்றன அவை உண்டாகும் வீதமும் மறு சேர்வு வீதமும் ஒன்றாக இருப்பின் எப்பொழுதும் எதிர்மின்னி, மின்துளை எண்ணிக்கைகள் ஒரே அளவு இருக்கும். இந்த எண்ணிக்கையை மாறுபடுத்தினால் அவை பழைய எண்ணிக்கைக்கு வரும் நேரத்தை, மறுசேர்க்கை நேரத்தைக் கொண்டு கணக்கிடலாம். அதாவது ஒரு கலப்பு அல்லது சலசலப்பிற்குப் பிறகு ஊர்திகள் நிலையடைய எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் மறு சேர்வு நேரம் ஆகும். இது குறைவாக இருந்தால் இந்தக் கருவியை மிக அதிக அலைவெண் அலைவுகள் வரை உபயோகப்படுத்தலாம்; இதற்குத் தங்க அணுக்கள் பயன் படுகின்றன. அணிக் கோவையில் அணுக்களின் மறைவாலும் தவிர்ப்புப் பட்டை நடுவில் இருப்பு மட்டங்கள் ஏற்படலாம்.

கலக்கப்படும் வேற்றுப் பொருள் அணுக்கள் அணிக் கோவை யில் Ge அல்லது Si அணுவுக்குப் பதிலாக அமர்ந்தால் பதிலீடு வேற்றுப்பொருள் என்று கூறுவோம். இவ்வாறு பதிலீடு பொருள் களால் அணிக் கோவை ஏற்படின், இந்தப் படிகத்திற்குப் புற வியலான குறை கடத்தி என்பது பெயர் ஆகும். இதில் 3 அல்லது 5-வது பத்தியிலுள்ள தனிமங்களை வேற்றுப்பொருளாகக் கலக்க லாம். 3-வது பத்தியிலுள்ள தனிமம் (இண்டியம், போரான், அலுமினியம் ஆகியவை) பதிலீடாக அமைந்தால் அதன் நாலா பக்கமுள்ள தனிம அணுக்களுக்குக் கொடுக்க அதன் இணைக் கூட்டில் 4 எதிர் மின்னிகள் இல்லை; மூன்றே உள்ளன. அதனால் ஒரு கட்டில் ஓர் எதிர்மின்னி குறைவாக இருக்கும். கட்டமைப்பில் ஒவ்வொரு கட்டிலும் இரண்டு எதிர்மின்னிகளிருக்க வேண்டும்.

ஆகவே இந்தக் குறைக்கட்டு சுயேச்சை எதிர்மின்னிகளை ஈர்க்கும். ஆகவே எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை குறைந்து போகும். குறைக்கட்டின் ஈர்ப்பு விசை வேற்றுப்பொருளின் தனிமத்தைப் பொறுத்தது. பொதுவாக, இதன் மதிப்பு 0 01 eV ஆற்றலளவிருக்கும். அதாவது, சாதாரண அறை வெப்பநிலையில் இந்தப் பதிலீடு வேற்றுப்பொருள் இருக்குமிடங்கள் கட்டுக் குறை நீங்கப் பெற்றிருக்கும். ஆகவே இவ்விடங்கள் எதிர்மின்னேற்றங் கொண்டிருக்கும். ஏனென்றால் வேற்றுப்பொருள் தனிம அணு மூன்றாம் பத்தியைச் சேர்ந்ததால் 3 எதிர்மின்னிகளுடன் அது மின் நடுநிலையடையும். ஆனால் இங்குக் கட்டுக்குறை இருக்கிறது கட்டுக்குறை நீங்கப்பெறின் 4 எதிர்மின்னிகள் இருக்கும். அதாவது வேற்றுப்பொருள் அணுவிற்கு ஓர் எதிர்மின்னி கூடுதலாகிறது. அதனால் ஓர் எதிர்மின்னியின் மின்னேற்ற அளவு கூடுதலாகிறது. ஆனால் இந்தக் குறையணு நகரமுடியாது. ஆகவே, மின்னோட்டத்திற்கு இந்தக் குறையணுவால் ஒரு பங்கும் இல்லை. வேற்றுப்பொருள்களின் அளவு 10^{6}-ல் 1 பங்கை விடக் குறைவாக இருக்கும். ஆகவே, பொதுவாகப் பார்த்தால் குறைகடத்தியின் இரசாயனக் குணங்களே இருக்கும். ஆனால் மின்சார குணங்கள் பெரிதும் மாறுதலடைந்திருக்கும். இந்தக் குறைகடத்தியை பி (P) வகைக் குறைக் கடத்தி என்று கூறுவோம். குறைக் கட்டு எதிர்மின்னிகளை ஈர்த்து விடுவதால், எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கைகள் குறைந்து மின்துளைகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாகிவிடும்.

வேற்றுப்பொருள் 5-வது பத்தியைச் சேர்ந்ததாக இருந்து பதிலீடாக அமைந்தால், நான்கு கட்டுகளுக்கு 4 எதிர்மின்னிகள் போக, ஓர் எதிர்மின்னி எஞ்சியிருக்கும். நான்காம் அலகு தனிமங்கள், ஓரியல் முனைவு இணைப்புக் கொண்டவையாக இருத்தலால், மின்திருப்புமை உடையவையாகின்றன. ஆகவே அவற்றில், வெளி மின்புலத்தினால் மின்பாயச் செறிவு அதிகமாகிறது. அதாவது அதன் ஒப்பு மின் புரமையின் மதிப்பு அதிகமாகிறது. ஆகவே, எதிர்மின்னியின் மேலுண்டாகும் ஈர்ப்பு ஆற்றல் $\frac{e^2}{4\pi\in r^2}$ (இதில் $\in$ ஒப்பு மின் புரைமை) மிகவும் குறைந்துவிடுகிறது. ஆகவே, இந்த ஐந்தாவது எதிர்மின்னியின் ஈர்ப்பு ஆற்றல் குறைவால் இந்த எதிர்மின்னி மூலக் கூறினின்றும் அதிக தூரம் வரை சஞ்சரிக்கிறது. அதனை அதன் அணுக்கரு ஈர்ப்பிலிருந்து விலக்க மிகச் சிறிய ஆற்றலே அளிக்கவேண்டியிருக்கிறது. உ-ம் ($0.01 eV$) ஆகவே, சாதாரணமான அறை சூழ் வெப்பநிலையில் இந்த எதிர் மின்னிகள் எல்லாமே சுயேச்சைத் தன்மையவையாகின்றன. இச்

சுயேச்சை எதிர்மின்னிகள் மின்துளைகளை நிரப்பிவிடக்கூடும். ஆதலால் இந்தப் புறவியலான குறை மின்கடத்தியில், எதிர் மின்னிகள் அதிகமாகவும்,மின்துளைகள் குறைவாகவும் இருக்கும். இதை என் (N) வகைக் குறை கடத்தி என்று கூறுவர்.

எந்தப் புறவியலான குறை கடத்தியை எடுத்துக் கொண்டாலும் வேற்றுப்பொருள் அணுக்கள் ஜெர்மானியம் அல்லது ஸிலிகானில் 10^6-ல் 1 பங்குக்கும் குறைவாகவே இருக்கும். ஆகவே, ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ் வெப்ப நிலைக்கு அகவியலான குறை கடத்தியில் $n = p = n_i$; $n_i^2 = AT^3 \exp\left[-\frac{E_G}{kT}\right]$... (3)

இதில் A ஒரு நிலையான எண். T கெல்வின் அளவில் வெப்ப நிலை, k போல்ட்ஸ்மன் நிலை எண். E_G என்பது தவிர்ப்புப் பட்டையின் அகலம், ஜூல் அளவில்; n_i மதிப்பு மாருமல் இருப்பதால் எதிர்மின்னி மின்துளை அழிவு வீதமும், அவை தோன்றும் வீதமும் ஒன்ருக இருக்க வேண்டும் அழிவு வீதம் எதிர்மின்னி, மின்துளை ஆகியவைகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது. அதாவது $r = knp$; தோன்று வீதம் $g = r$. $knp = kn_i^2$. புறவியலான குறை கடத்தியில் மிகக் குறைவான அளவு வேற்றுப் பொருளைத் தவிர முழுக்க முழுக்க ஜெர்மானியம் அல்லது ஸிலிகானே இருத்தலால் $g = kn_i^2$.

$\gamma = knp$; அல்லது $np = n_i^2$.

ஒவ்வொரு வேற்றுப் பொருளும் அதற்குகந்த மின் ஊர்தியை வெளிப்படுத்தும். ஒரு குறை கடத்தியில் N_A ஏற்பி குறையணுக்கள் (இவை 3-ம் பத்தியைச் சேர்ந்தவை. இவை எதிர்மின்னியைக் கட்டில் அடக்குவதால் ஏற்பி என்று கூறப்படுகின்றன.) N_D கொடையணு குறையணுக்கள் (இவை 5-ம் பத்தியைச் சேர்ந்த மாசு அணுக்கள். இவை எதிர்மின்னியை வெளியிடுவதால் கொடையணுக்கள் என்று கூறப்படுகின்றன.) இருக்கின்றன என்று கொள்வோம். அப்பொழுது மின்னேற்ற நடு நிலைமைக்கு

$$p + N_D = n + N_A. \quad \text{.........(4)}$$

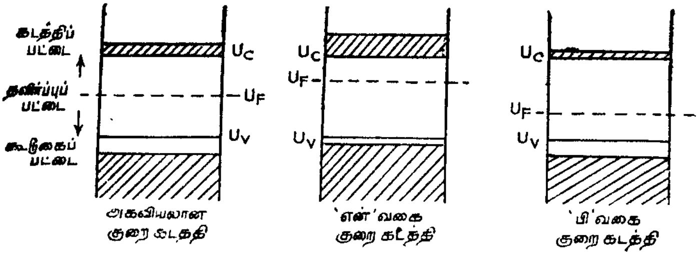
$$pn = n_i^2 \quad \text{.........(5)}$$

இவ்விரண்டு சமன்பாட்டுக் கூற்றுகளிலிருந்து p, n என்பவைகளின் மதிப்பைக் கண்டறியலாம். சாதாரணமாக $N_A >> N_D$ அல்லது $N_D >> N_A$ என்றிருக்கும். முதல் கூற்று உண்மையாயின்

$p \approx N_A$; $n = \left(\frac{n_i^2}{N_A}\right)$; இரண்டாவது கூற்று உண்மையாயின்

$n \approx N_D$; $p = \left(\frac{n_i^2}{N_D}\right)$.

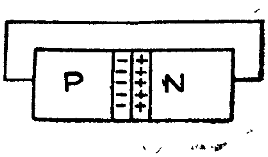
ஃபர்மி மட்டம் என்பதை ஆராய்வோம். ஃபர்மி மட்டத்திற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றல் அதிகமான சக்தியில் எத்தனை எதிர் மின்னிகள் உள்ளனவோ, அதே அளவு ஆற்றல் குறைவான சக்தியில் அத்தனை மின்துளைகள் இருக்கும். இது ஃபர்மி மட்டத்தை வரையறுக்கும் விதிகளுள் ஒன்று. அகவியலான குறைகடத்தியில் $n = p$. ஆகவே, ஃபர்மி மட்டம் தவிர்ப்புப் பட்டையின் சரிபாதியில் அமையும்.



ஆற்றல் பட்டைகள் ; U_V என்பது கூடுகைப் பட்டையின் அதிகளவு ஆற்றல், U_C எனபது கடத்திப் பட்டையின குறைந்த ஆற்றல் U_F. ∴ பர்மிமட்டம் கோடிட்ட பகுதி எதிர் மின்னியிருப்பைக் குறிக்கிறது.

படம் 13—3.

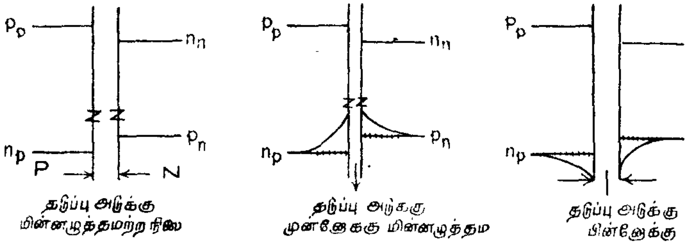
'என்' வகைக் குறைகடத்தியின் எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை மின்துளைகளைவிட அதிகமாக இருத்தலால் ஃபர்மி மட்டம் கடத்திப் பட்டையை நோக்கி நகருகிறது. 'P' வகைக் குறைகடத்தியில் மின்துளைகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாக இருப்பதால் ஃபர்மி மட்டம் கூடுகைப் பட்டையை நோக்கி நகருகிறது ஒரு PN சந்திப்பை ஏற்படுத்துவோம். பௌதீக இயல்படி வளிம அணு அல்லது ஊர்திகள் அதிக அடர்த்தியான இடத்திலிருந்து குறைந்த அடர்த்தியான இடத்திற்கு விரவல் செய்யும். N குறைகடத்தியில் எதிர் மின்னிகள் அதிகம். ஆகவே அவை P குறைகடத்தியை நோக்கிப் பாயும்.



படம் 13—4.

அதேபோல் மின்துளைகளும் P குறைகடத்தியிலிருந்து N குறைகடத்திக்குப் பாயும். பாயும்பொழுது அவை மின்னேற்ற நடுநிலைமையைக் குலைத்து விடும். N பகுதியிலிருந்து சில எதிர் மின்னிகள் P பகுதிக்குப் போகின்றன ; P பகுதியிலிருந்து சில

மின் துளைகள் N பகுதிக்கு வருகின்றன. ஆகவே சந்திப்பின் அருகே உள்ள N பகுதி நேர்மின்னேற்றமடைகிறது. சந்திப்பின் அருகே உள்ள P பகுதி எதிர்மின்னேற்றமடைகிறது. இந்த மின்னேற்றங்களின் ஈர்ப்பு விசை ஊர்திகளின் விரவலை எதிர்க்கின்றன. மேலும் இந்த ஈர்ப்பு விசை சிறுபான்மை ஊர்திகளைச் சந்திப்பைக் கடக்க ஈர்க்கின்றன. ஒரு நிலையான இருக்கையில் விரவல் ஊர்தி வீதமும் நகர்வு ஊர்தி வீதமும் ஒன்றாக இருக்கும். இதைக்கொண்டு தடுப்பு மின்னழுத்தத்தைக் கணக்கிடலாம்.



படம் 13—5.
சிறுபான்மை ஊர்திச் செறிவு.

$$\text{அது, } p_n = p_p \, e^{\frac{eV_B}{kT}} \text{ அல்லது } V_B = \frac{kT}{e} \, l_n \left(\frac{p_n}{p_p}\right) \quad \dots\dots\dots (6)$$

$e = 1{\cdot}6 \times 10^{-19}$ கூலும்; k-போல்ட்ஸ்மன் நிலை எண்; T-கெல்வின்.

இதில் $p_p \, n_p = p_n \, n_n$.

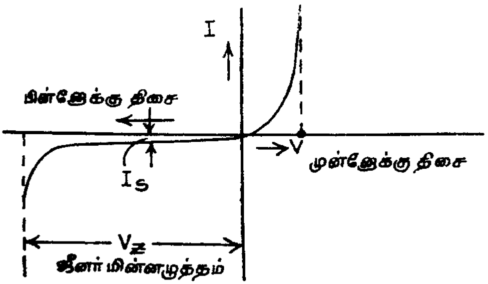
ஆனால் இந்தத் தடுப்பு மின்னழுத்தத்தை வெளியில் அளக்க முடியாது. ஏனென்றால் இந்த மின்னழுத்தம் ஃபர்மி மட்ட இணைப் பொருத்தத்தால் உண்டாவது. வெளியில் அளக்கும் மின்னழுத்தம் ஃபர்மி மட்ட வேற்றுமையால் உண்டாவது இவ்வேற்றுமை இங்கு இல்லை. குடும்பச் சண்டைகள் வீட்டுக்குள்ளேயே தீர்க்கப்பட்டால் வெளியில் ஒன்றும் தெரிவதில்லை அதுபோன்ற நிலை இங்கு உள்ளது. தடுப்பு மின்னழுத்தம் P பக்கம் எதிர்மின் முனையாகவும். N பக்கம் நேர்மின் முனையாகவும் இருக்கும். வெளிச் சுற்றுவழியில் இருந்து மின்னழுத்தம் அளிக்கலாம். மின்னழுத்தம் P பகுதி நேர்மின் முனையாகவும், N பகுதி எதிர்மின் முனையாகவும் அமைந்தால் புறமின்னழுத்தம்; தடுப்பு மின்னழுத்தத்தை எதிர்க்கிறது. அல்லது P பகுதியில் புறநேர் மின்னழுத்தம் மின் துளைகளை அடுக்கை நோக்கித் துரத்துகின்றது. இவை

அடுக்கையடையும்பொழுது அங்குள்ள எதிர்மின் ஏற்புக் குறையணுக்களை மின்நடுநிலையாக்குகின்றன. இதேபோல்தான் N பகுதியிலும் துரத்தப்படும் எதிர்மின்னிகள் தடுப்படுக்கை அடைந்து அங்குள்ள நேர்மின் கொடை குறையணுக்களை நடுநிலையாக்குகின்றன. இதனால் தடுப்புப் பட்டையகலம் குறைகிறது. இதனால் தடுப்பு மின்னழுத்தமும் குறைகிறது. இதனால் பெரும்பான்மை ஊர்திகளின் விரவல் சந்திப்பில் ஏற்படும். இதனால் மின்னோட்டமேற்படும். இம்மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு

$$I = I_s \left[exp \left(\frac{eV}{kT} \right) - 1 \right] \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

இங்கு மின்னோட்டம் மின்னழுத்தத்தின் அடுக்குக் குறிச் சார்பில் அமைந்துள்ளது. ஆகவே ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்திற்கு மேல் மின்னோட்ட அதிகரிப்பு மின்னழுத்த மாற்ற மின்றியே உண்டாவது போல் தோன்றும் ஆகவே, சாதாரணமாக நாம் கணக்கிடும்பொழுது இந்த முன்னோக்கு ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் ஜெர்மானியம் இருமுனைக் கருவியில் 0·3 வோல்ட்டும், ஸிலிகான் இருமுனைக் கருவியில் 0·6 வோல்ட்டும் இருக்கும் என்று எடுத்துக் கொள்ளலாம். P முனையை எதிர்மின்வாய்க்கும்,N முனையை நேர்மின் வாய்க்கும் இணைத்தால், மின்நிரப்பி குறை கடத்தியிலுள்ள பெரும்பான்மை ஊர்திகளைச் சந்திப்பிலிருந்தும் வெளியே இழுக்கிறது ஆகவே, தடுப்பு அடுக்கின் அகலம் அதிகமாகிறது. ஆகவே, தடுப்பு மின்னேற்றமும் அதிகமாகி மின்னழுத்தமும் அதிகமாகிறது. இந்நிலையில் பெரும்பான்மை ஊர்திகள் தடுப்பை விரவிக் கடப்பதில்லை. ஆனால் சிறுபான்மை ஊர்திகள் தடுப்பின் மின்புலமீர்ப்பால் நகர்ந்து கடக்கின்றன. ஆகவே மின்னோட்டம் சிறுபான்மை ஊர்திகளின் நகர்வால் உண்டாகிறது. அவை ஈர்ப்பினால் நகர்வதால் சிறு மின்னழுத்தத்திற்கே தெவிட்டிய மின்னோட்டமேற்பட்டு விடும். இதுவே சமன்பாடு 7 ல் I_s எனக் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது. இங்கு ஓர் உண்மை புலப்படுகிறது. இந்தப் பின்னோக்கு ஒரு சார்பு மின்னழுத்தத்தில் புறச்சுற்று வழியில் அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தம் நேராக தடுப்படுக்கில் வந்து அமைந்து விடுகிறது. அதாவது புறமின்னழுத்தம் V ஆனால் தடுப்படுக்கு மின்னழுத்தம் $(V + V_B)$ ஆகும். இந்த மின்னழுத்தம் தடுப்படுக்கில் உண்டாகச் சந்திப்பின் இரு புறமும் மின்னேற்ற அடுக்குகள் அமையவேண்டும். இம் மின்னேற்ற அடுக்குகள் அமைவதால் மின்புலமுண்டாகிறது. இம்மின்புலம் ஓர் அளவுக்கு அதிகமானால் இப் புலனீர்ப்பால் அடுக்கிலுள்ள மற்ற ஓரியல் இணைப்புகளைக் கட்டுக் குலையச் செய்யக் கூடும். கட்டுக் குலைவால் எதிர் மின்னியும் மின்துளையும் உண்டாகும். இவ்வாறு

மின் ஊர்திகள் தடுப்படுக்கில் அதிகரித்துக் கொண்டேபோய் சரிவு முறிவு ஏற்படலாம். அல்லது ஊர்திகள் மின்புலமீர்ப்பால் ஆற்றலடைந்து ஓரியவிணைப்புக் கட்டுகளை மோதி, கட்டு முறிவு ஏற்படுத்தி, சரிவு முறிவு ஏற்படுத்தலாம். எந்தக் காரணமாயிருந்தாலும் முடிவு நிகழ்ச்சி சரிவு முறிவு ஆகும். இந்தச் சரிவு முறிவு மின்னழுத்தத்தை ஜீனர் சரிவு முறிவு மின்னழுத்தம் என்று கூறுவர். ஆகவே, இரு முனைக் குறைகடத்திக் கருவியின் மின்னோட்ட மின்னழுத்த சிறப்பியல்பு படம் 6-ல் காட்டப்பட்

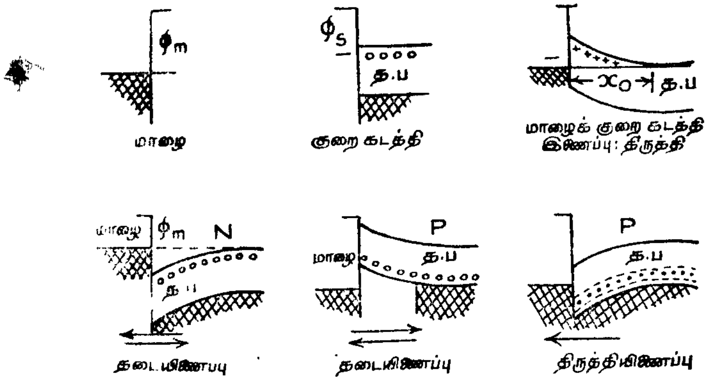


படம் 13—6.
இருமுனைக் குறைகடத்திச் சிறப்பியல்பு

டுள்ளது போலமையும். பின்னோக்கு தெவிட்டிய மின்னோட்டம் சிறுபான்மை ஊர்திகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது. சரிவு முறிவு மின்புலமாற்றலைப் பொறுத்தது. மின்புலம் திறக்கப்பட்ட கொடை அல்லது எற்பி குறையணுக்களின் செறிவைப் பொறுத்தது. குறையணுச் செறிவு அதிகமானல் சிறுபான்மை ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை குறையும்; சரிவு முறிவு மின்னழுத்தமும் குறையும். ஆகவே திருத்தியாக உபயோகிக்க I_s குறைவாக இருக்க வேண்டும்; V_z அதிகமாக இருக்க வேண்டும். ஆகவே நாம் ஒரு மாதிரியான ஒப்புதலுக்கே இணங்கவேண்டியிருக்கிறது.

குறை கடத்தியை வெளிச் சுற்றுவழிக்கு இணைக்க ஒரு மாழை இணைப்பை ஏற்படுத்த வேண்டியிருக்கிறது. இந்த இணைப்பைச் சரியாகச் செய்யவில்லையானல் இந்த மாழையும் குறை கடத்தியும் சேர்ந்தே ஒரு மின்திருத்தியாகச் செயல்படத் துவங்கி விடும். ஆகவே, தடை இணைப்பு, திருத்தி இணைப்பு என்கிற இருவகை இணைப்புகள் மாழை குறைகடத்தி இணைப்புகளில் ஏற்படும். மாழையின் வெளியேற்று ஆற்றல் ϕ_m, குறைகடத்தியின் வெளியேற்று ஆற்றல் ϕ_s என்று வைத்துக்கொள்வோம்.

மாழையில் ஃபர்மி மட்டத்திலிருந்து U ஆற்றல் அதிகமுள்ள எதிர்மின்னிகளின் அளவு $exp\ (-U/KT)$. N குறைகடத்தியில் ஃபர்மி மட்டம், கொடை மட்டத்திற்கும் கடப்பிப் பட்டையின் கீழ் மட்டத்திற்கும் நடுவேயிருக்கும். இணைப்பு ஏற்படுத்தும் பொழுது ஃபர்மி மட்டங்கள் பொருந்தமடையும். ஆகவே N குறை கடத்தியிலிருந்து எதிர்மின்னிகள் மாழைக்கு விரவிவரும். இதனால் மாழைப் பக்கம் எதிர்மின்னேற்ற மடையும். குறை கடத்தியில் மாழையைப் போல் அதிக அளவு எதிர்மின்னிகள் இல்லாததால் குறை கடத்திப் பக்கம் எதிர்மின்னிக் குறைப்பு x_0 என்கிற தூரம் வரை பரவும். இதற்கு ஸ்காட்சி தடுப்பு அடுக்கு என்பது பெயர். இந்தத் தடுப்பு மின்னழுத்தம், மாழை, குறை கடத்தி ஆகியவைகளின் வெளியேற்று ஆற்றல் வேற்றுமைக்கு ஏற்றவாறு அமையும் இந்த நிலையில் மாழையைக் குறை கடத்திக்கு எதிர்மின்னாக்கினால் தடுப்பு மின்னழுத்தம் அதிகமாகி மின்னோட்டத்தைத் தவிர்க்கிறது. மாழையைக் குறை கடத்திக்கு நேர்மின் ஆக்கினால் தடுப்பு மின்னழுத்தம் குறைந்து, குறை கடத்தியிலிருந்து எதிர்மின்னி விரவல்



படம் 13—7.

மாழை குறைகடத்தி இணைப்புகள்

அதிகமாகி, அதிக மின்னோட்டமுண்டாகிறது. ஆகவே மாழை N குறைகடத்தி இணைப்பில் மாழையின் வெளியேற்று ஆற்றல் குறைகடத்தியை விட அதிகமாக இருந்தால், இணைப்பு, திருத்து இணைப்பாகிவிடும். ஆனால் மாழையின் வெளியேற்று ஆற்றல் N குறைகடத்தியை விடக் குறைவாக இருப்பின் மாழையிலிருந்து எதிர்மின்னிகள் குறைகடத்திக்கு விரவி, அதன் ஆற்றல் மட்டங்களை உயர்த்தும். இப்பொழுது இரு புறமும் எதிர் மின்னிகள் கடப்புப் பட்டையில் அதிகமாக இருப்பதால் மின்

ளோட்டம் இரு திசைகளிலும் தடையின்றிப் பாயும். ஆகவே, இது தடை இணைப்பாகும்.

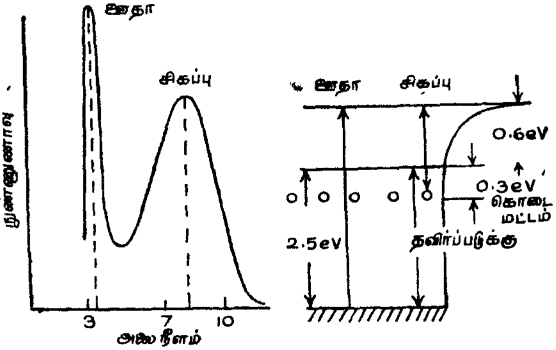
இதே போல் P குறைகடத்தி, மாழை இணைப்பைக் கவனிக்க லாம். இதில் P குறை கடத்தியின் ஃபர்மி மட்டம் ஏற்பிமட்டத்திற் கும் கூடுகை அல்லது அடங்கு பட்டையின் அதிக ஆற்றல் மட்டத்திற்கும் சரி பாதி இடையிலிருக்கும். மாழையின் வெளி யேற்று ஆற்றல் P குறை கடத்தியுடையதை விட அதிகமாக இருந் தால் P குறைகடத்தியிலிருந்து எதிர்மின்னிகள் மாழைக்கு விரவி P குறைகடத்திப் பக்கம் நேர்மின்னேற்றம் உண்டாகும். இதனால் கூடுகைப் பட்டை எதிர்மின்னிகளும் மாழையின் கடப்புப் பட்டை எதிர்மின்னிகளும் ஒன்றையொன்று எதிர் நோக்கி இருத்தலால் எதிர்மின்னிகள் மாழையிலிருந்து P குறை கடத்திக்கோ அல்லது P குறைகடத்தியிலிருந்து மாழைக்கோ தடையின்றிப் பாயும். இடையே தவிர்ப்புப் பட்டை எதுவும் குறுக்கிடுவதில்லை. ஆகவே இது தடை இணைப்பு ஆகும். இதே மாழையின் வெளியேற்று ஆற்றல் P குறை கடத்தியின் ஆற்றலைவிடக் குறைவாக இருக்குமானால் உலோகத்தின் எதிர் மின்னிகள் P குறை கடத்தியின் தவிர்ப்புப் பட்டையை எதிர் நோக்குவதால் எதிர்மின்னி மாழையினின்று P குறைகடத்திக்கு வர முடியாது. ஆனால் எதிர்மின்னி P குறைகடத்திலியிருந்து மாழைக்குச் சுலபமாகச் செல்லும். அதாவது மாழை எதிர்மின் முனையாகும்பொழுது மின்னோட்டமுண்டாகும்; நேர்மின்முனையா கும்பொழுது மின்னோட்டமுண்டாகாது. ஆனால் ஒரு முக்கியச் செய்தி என்னவென்றால் ஸ்காட்சி தடுப்பு அடுக்கு ஏற்படுவது ஆகும். தடுப்படுக்கு ஏற்படுவதால்தான் மின்திருத்தி இயல்பு ஏற் படுகிறது. ஆகவே மாழை மாழை இணைப்பு மின்திருத்தி இயல்பு காட்டாது. ஏனென்றால் இங்குத் தடுப்படுக்கு ஏற்படாது. மாழை அநேக எதிர்மின்னிகளைத் தன்னுள் இருத்திக் கொள்ளமுடியும். ஆனால் குறை கடத்திகளில் எதிர்மின்னிகளின் அளவு குறைவாக இருப்பதால் அவைகளில் மின்னேற்ற அடுக்குகள் உண்டா கின்றன. ஆகவே மாழை இணைப்புகளை ஏற்படுத்தும்பொழுது மேலே கூறியவற்றை நினைவிலிருத்திக் கொள்ளவேண்டும். இல்லையேல் மின்திருத்தியின் இயல்பு எதிர்பார்ப்பதற்கு மாறுபட்டு வரும்.

மேலே கூறப்பட்ட இருமுனை திடத் திருத்தியை மின்திருத்தி யாகவும், ஜீனர் சரிவு முறிவைக் கொண்டு மின்னழுத்த மேற் கோளாகவும் உபயோகிக்கலாம். பின்னோக்கி மின்னழுத்தம் கொடுத்துத் திகட்டிய மின்னோட்டமிருக்கும் நிலையில் சந்திப்பில்

தடுப்படுக்கு பாகத்தில் ஒளியைப் பாய்ச்சினுல் இவ்வொளி இணைப்பு முறிவு ஆற்றலை அளிக்கக்கூடும். அப்பொழுது தடுப்படுக்கில் மின் ஊர்திகள் ஒளியின் ஒளிர்வுச் செறிவுக்கேற்றவாறு இணைப்பு முறிவால் ஜோடி ஜோடியாக உண்டாகும். இதில் எதிர் மின்னிகள் நேர்மின்முனை நோக்கியும், மின்துளைகள் எதிர் மின் முனையை நோக்கியும் பாயும். இதனுல் மின்னேட்டம் அதிகரிக்கும் இதை ஒளி இருமுனையம் என்கின்றனர் மின்னேட்டம் திகட்டிய நிலையிலேயே இருக்கும் ஆகவே வெற்றிட ஒளி மின்குழலைப் போலவே இதுவும் இயங்கும்; ஆனுல் அளிக்கவேண்டிய மின்னழுத்தம் மிகக் குறைவு. மின்னேட்டமும் அதிகமாகவே இருக்கும்; அளவும் மிகச் சிறியதாகவேயிருக்கும். மேலும் ஒளி மின்குழலின் உமிழ்வானும் ஒரு குறை கடத்தியேயல்லவா? ஸீஸியம், ஸீஸியம் ஆக்ஸைட் கலவையில் வெள்ளி மாசுகளைப் புகுத்தி ஒளிமின் உமிழ்வான்களைச் செய்கிருர்கள். ஒளிமின் கடத்திகளைப் பற்றியும் ஆராயலாம். இங்கு, காட்மியம் சல்பைடு உபயோகப்படுகிறது. காட்மியம் சல்பைடில் தவிர்ப்புப் பட்டையில் மாசினுல் கொடை மட்டம் ஏற்படுகிறது. கொடை மட்டம் கடப்பிப் பட்டையின் கீழ் மட்டத்திலிருந்தும் விலகியிருப்பதால் சாதாரண சூழ் வெப்பநிலையில் கொடை மட்டத்து எதிர்மின்னிகள் கடப்பிப் பட்டைக்கு வருவதில்லை. ஒளி பாயும்பொழுது, ஒளியிலுள்ள ஃபோடான் சக்திப் பொட்டலத்தினின்றும் கொடை மட்ட எதிர் மின்னிகள் ஆற்றலடைந்து கடப்பிப் பட்டைக்கு வந்து மின்னேட்டமேற்படுத்துகின்றன. ஆகவே ஒளி பாய, மின் கடப்பு அதிகமாகிறது. அதனுல் மின்னேட்டம் அதிகமாகிறது. காட்மியம் சல்பைடு ஒளிமின் கடத்திகளை 50 வோல்ட் மின்னழுத்தம் வரை உபயோகிக்கலாம். ஒளி இருமுனையங்களுக்கும் ஒளி மின்கடத்திக்கும் உள்ள வித்தியாசத்தைக் கவனிக்க வேண்டும். ஒளி இருமுனையத்தில் மின்னழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட விதமாகவே அளிக்கவேண்டும். (அதாவது தடுப்படுக்கு பின்னேக்கு சார்பு மின்னழுத்த முடையதாக இருக்கவேண்டும்) ஆனுல் ஒளி மின்கடத்தியில் மின்னழுத்தம் எப்படி வேண்டுமானுலும் கொடுக்கலாம்; ஏனென்ருல் இங்கு இது ஓர் இரு பக்கத் தடையாகவே விளங்குகிறது.

ஒளி இரு முனைக் குறை கடத்தியில் புற மின்னழுத்தமில்லாமல் சந்திப்புத் தடுப்படுக்கில் ஒளி பாய்ச்சினுல் மின் ஊர்தி ஜோடிகள் வெளிப்படுகின்றன இவைகளில் எதிர் மின்னிகள் N பகுதி நோக்கியும், மின்துளைகள் P பகுதியை நோக்கியும் பாய்கின்றன. இதனுல் தடுப்படுக்கு மின்னழுத்தம் குறைகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட தடுப்படுக்கு மின்னழுத்தம்

இருந்தால்தான் புற இணைப்புகளில் அளக்கும் பொழுது மின்னழுத்த வேற்றுமை உண்டாவதில்லை. இப்பொழுது இந்தத் தடுப்படுக்கு மின்னழுத்தம் குறைவதால் புற இணைப்பு களில் அளக்கும்பொழுது மின்னழுத்த வேறுபாடு உண்டாகிறது. இந்த மின்னழுத்தம் N புறம் எதிர்மின் முனையாகவும், P புறம் நேர்மின் முனையாகவும் அமையும். P, N ஆகிய குறை கடத்தி



படம் 13—8.

லீஸியம்-வெள்ளி-குறை கடத்தியின் பட்டை அமைப்பும் ஒளி நுண்ணுணர்வும்

களை ஸிலிகோன் தனிமத்திலிருந்து தயாரித்தோமானல் சூரிய ஒளிக்கு 0·5 வோல்ட் வரை கொடுக்கிறது. இதைப் பரிதி கலம் என்று அழைக்கலாம். செயற்கைக் கோள்களில் இந்தப் பரிதி கலங்களை அதிக அளவில் அமைத்து, சூரிய ஒளி மூலம் மின்சாரம் தயாரித்து, செயற்கைக் கோளிலுள்ள பல மின் மிகைப்பி அலகுகளை இயக்க வைக்கின்றனர்.

பிரச்சினைகள்

1. கலப்பற்ற ஜெர்மானியத்தில் $n_i = 2{\cdot}5 \times 10^{13}$. $\mu_n = 3800$; $\mu_p = 1800$. அதன் தடைத்திறனை ஆராய்க.

$$\text{கடத்துத்திறன்} = e\,(n\mu_n + p\mu_p)$$

$$= 1{\cdot}6 \times 10^{-19} \times 2{\cdot}5 \times 10^{13}\,(3800+1800)$$

$$= 4 \times 10^{-6} \times 5600$$

$$\text{தடைத் திறன்} = \frac{1}{\text{கடத்துத் திறன்}} = \frac{1000}{4\times 5{\cdot}6} = 45\ \Omega\text{செ.மீ.}$$

ஒரு cc உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை $4{\cdot}4 \times 10^{22}$. இவற்றுள் கொடை அணுக்கள் 10^8-க்கு ஒன்றாக அமைந்தால் தடைத் திறன் என்ன ?

10^8-க்கு 1 ஆனால் $4{\cdot}4 \times 10^{22}$-க்கு $4{\cdot}4 \times 10^{14}$

ஒவ்வொரு கொடையணுவும் ஓர் எதிர்மின்னியை அளிக்கிறது. ஆக எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை $4{\cdot}4 \times 10^{14}$.

மின்துளைகளின் எண்ணிக்கை $\dfrac{6{\cdot}25 \times 10^{24}}{4{\cdot}4 \times 10^{14}} = 1{\cdot}42 \times 10^{10}$

$$\text{கடத்துத் திறன்} = 1{\cdot}6 \times 10^{-19} \, [4{\cdot}4 \times 10^{14} \times 3800 + 1{\cdot}42 \times 10^{10} \times 1800]$$

$$\approx 1{\cdot}6 \times 4{\cdot}4 \times 3800 \times 10^{-5} = {\cdot}26752$$

$$\text{தடைத் திறன்} = \frac{1}{{\cdot}26752} = 3{\cdot}7 \, \Omega \text{ செ.மீ.}$$

2. கலப்பற்ற சிலிகானில் $n_i = 1{\cdot}5 \times 10^{10}$. $\mu_n = 1300$; $\mu_p = 500$ ஒரு cc-ல் உள்ள அணுக்கள் 5×10^{22}. இதன் தடைத் திறன் என்ன ? (விடை 230, 000 Ω செ.மீ.) இதில் கொடை அணுக்கள் 10^8-க்கு 1 அணு அளவுக்குச் சேர்க்கப்பட்டால் வரும் தடைத் திறன் என்ன ?

3. ஒரு P வகை ஜெர்மானியத்தின் கடத்துத் திறன் 100 $(\Omega$ செ.மீ.$)^{-1}$. இதிலுள்ள எதிர்மின்னி, மின்துளைகளின் செறிவைக் கணக்கிடுக.

$$\text{கடத்துத் திறன்} = e \, \mu_p$$

$$100 = 1{\cdot}6 \times 10^{-19} \times p \times 1800$$

இதிலிருந்து p கிடைக்கும். $n = \dfrac{6{\cdot}25 \times 10^{24}}{p}$

4. ஒரு PN சந்திப்பில் $N_D = 10^3 \, N_A$. N_A 10^8 ஜெர்மானியம் அணுவுக்கு 1 கொடை அணு. தடைமின்னழுத்தத்தைக் கணக்கிடுக.

$$N_A = 4{\cdot}4 \times 10^{14} = p_p; \quad n_p = \frac{6{\cdot}25 \times 10^{24}}{4{\cdot}4 \times 10^{14}} = 1{\cdot}42 \times 10^{10}$$

$$N_D = 4{\cdot}4 \times 10^{17} = n_n.$$

$$V_B\,(eV) = \frac{KT}{e}\, l_n \left(\frac{p_p}{p_n}\right) = \frac{KT}{e}\, l_n \left(\frac{n_n}{n_p}\right)$$

T பொதுவாக $300^\circ\ K$ என்று கொள்வோம்.

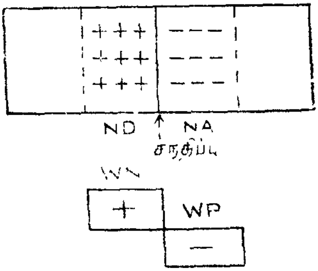
அப்பொழுது $\frac{KT}{e} = l_n \left(\frac{n_n}{n_p}\right)$

$$= \cdot 026\, l_n \left[\frac{4\cdot 4 \times 10^{17}}{1\cdot 42 \times 10^{10}}\right].$$ கணக்கிடவும்.

5. சிலிகோன் சந்திப்பு இருமுனைக் குறை கடத்தியில் P, N பாகங்களின் தடைத்திறன்கள் முறையே $2\,\Omega$ செ.மீ , $1\,\Omega$ செ.மீ. இதன் தடுப்பு மின்னழுத்தத்தைக் கணக்கிடுக. 2 ஆம் பிரச்சினை மூலம் p_p, p_n, n_n, n_p, ஆகியவைகளைக் கணக்கிடலாம்.

$$V_B = 0\cdot 026\, l_n \left(\frac{p_p}{p_n}\right)$$

6. ஜீனர் சரிவு முறிவு ஜெர்மானியத்தில் மின்புலம் 2×10^7 V/cm இருக்கும்பொழுது உண்டாகிறது. ஆகவே ஜீனர் மின்னழுத்தம் $\frac{\in E z^2}{2eN_A}$ என்பதை நிரூபி.



மொத்தக் குறை கடத்தியில் மின்னேற்ற சமநிலையிருக்க வேண்டும்.

சந்திப்பின் இடப்பக்கம் மின்னேற்றம் $e\,N_D \cdot W_n$.

வலப்புற மின்னேற்றம் $= -\,e\,N_A\,W_p$.

$\therefore\ N_D\,W_n = N_A \cdot W_p$.

தவிர்ப்புப் பட்டையகலம் $= W_n + W_p$.

N_D, N_A ஐ விட மிக அதிகமானல் பட்டையகலம் $\approx W$.

$$E = \text{மின்புலம்} = \frac{eW_N\,N_D{}^2}{\in} = \frac{e\,W_p.\,N_A}{\in}$$

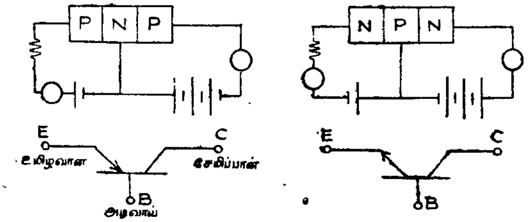
$$\text{மின்னழுத்தம்} = \frac{e\,W_N{}^2.\,N_D}{2\in} + \frac{e\,W_p{}^2\,N_A}{2\in} \approx \frac{e\,W_p{}^2 N_A}{2\in}$$

$$= \left(\frac{\in E}{eN_A}\right)^2 \frac{eN_A}{2\in} = \frac{\in E z^2}{2eN_A}$$

14. மும்முனைச் சந்திக் குறைகடத்திக் கருவிகள்

PNP அல்லது *NPN* என்கிற இரண்டு தடுப்படுக்குச் சந்திப்புகள் கொண்ட மும்முனைக் கருவிகளின் சிறப்பியல்புகளை ஆராய்வோம். இவற்றில் நடுவிலுள்ள குறைகடத்தியை அடிவாய் என்று கூறுவர். இரு முனைகளிலுள்ளவையை முறையே உமிழ்வான், சேமிப்பான் என்று கூறுவர். இங்கு உமிழ்வான் சேமிப்பான் சந்திப்பில் முன்னோக்கு சார்ந்த மின்னழுத்தமேற்படுத்துவர்கள். அப்பொழுது பெரும்பான்மை ஊர்திகள் தடுப்படுக்கைக் கடந்து விரவல் செய்யும். சேமிப்பான் அடிவாய்த் தடுப்படுக்கில் பின்னோக்குச் சார்பாக மின்னழுத்தமேற்படுத்துவர். அப்பொழுது சிறுபான்மை ஊர்திகள் தடுப்படுக்கைக் கடந்து செல்லும். உமிழ்வானிலிருந்து வரும் பெரும்பான்மை ஊர்தி அடிவாய்க்கு வந்தால் அடிவாயில் அது சிறுபான்மை ஊர்தியாகும். அடிவாயிலிருந்கு சிறுபான்மை ஊர்திதான் சேமிப்பானுக்கு போய்விடும் என்று கூறினோம். ஆகவே உமிழ்வானிலிருந்து வரும் பெரும்பான்மை ஊர்தி அடிவாய் மூலம் சேமிப்பானை அடைகிறது. இதுவே திரிதடையம் கடத்திக் கருவியின் அடிப்படைத் தத்துவம். மும்முனைக் குறைகடத்தியின் (திரிதடையத்தின்) சிறப்பியல்புகளை ஆராயலாம். முக்கியமாக, பெரும்பான்மை ஊர்திகள் அடிவாயின் அகலத்தைக் கடந்து சேமிப்பானை அடைவதைப் பொறுத்தே அதன் சிறப்பியல்பு அமையும். அதாவது உமிழ்வானிலிருந்து வரும் மின்னோட்டம் முழுவதையும் சேமிப்பானுக்கு வரவழைப்பதே முக்கிய நோக்கம். இந்தச் சேமிப்பான் உமிழ்வான் மின்னோட்ட விகிதம் ஆல்ஃபா எனப்படும். இதுவே திரிதடையத்தின் முக்கியச் சிறப்பியல்பு ஆகும். இதில் உமிழ்வான் மின்னோட்டம் பெரும்பான்மை, சிறுபான்மை ஊர்திகளால்

ஆனது. ஆகவே முதலில் இம்மின்னோட்டத்தில் பெரும்பான்மை ஊர்திகள் பங்கு அதிகமாக இருக்க வேண்டும். ஏனென்றால் பெரும்பான்மை ஊர்திகளே தடுப்படுக்கைக் கடந்து அடிவாய்க்கு வருகின்றன. இதற்குச் சிறுபான்மை ஊர்திகளின் எண்ணிக்கையைக் குறைக்க வேண்டும். அதாவது உமிழ்வான் குறை கடத்தியில் மாசு அதிகமாக இருக்க வேண்டும். உமிழ்வானிலிருந்து அடிவாய்க்கு வரும் ஊர்திகள் அடிவாயைப் பொறுத்தவரை சிறுபான்மை ஊர்திகள் ஆகும். அவை வருவதால் மின்னேற்ற நடுநிலைமை குலைவுபடுகிறது. ஆகவே



படம் 14—1.

திரிதடையம் நேர்மின்நிரப்பிகளின் முனைக்குறிகள்

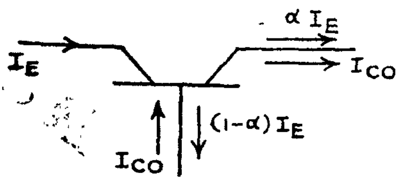
அடிவாயிலுள்ள பெரும்பான்மை ஊர்திகள் இவற்றுடன் கலந்து இவைகளின் எண்ணிக்கையைக் குறைக்க முற்படுகின்றன. இந்தக் குறையும் வேகத்தை, ஆயுட்காலம் என்ற அளவைக் கொண்டு கணக்கிடலாம். இரண்டாவது, அடிவாயின் உமிழ்வான் புறம் ஊர்தி உமிழ்வால் அவைகளின் செறிவு அதிகமாக இருக்கும். சேமிப்பான் பக்கம் பின்னோக்கு ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் இருப்பதால் சிறுபான்மை மின் ஊர்திகளின் செறிவு குறைவாகவே இருக்கும். ஆகவே, மின் ஊர்திகள் உமிழ்வான் பக்கத்திலிருந்து சேமிப்பான் பக்கம் விரவல் செய்யும். இவ்வாறு விரவல் செய்யும் பொழுது பெரும்பான்மை ஊர்திகளின் சூழ்வால் அழிந்தும் போய்விடும். அதாவது விரவல், மறுச்சேர்க்கை ஆகியவைகளால் ஊர்திகளின் செறிவு குறைந்து கொண்டே வரும். இதை விரவல் நீளம் என்ற அளவு கொண்டு குறிப்பிடலாம். அதாவது முதலில் குறையும் செறிவுச் சாய்வின் வீதத்திலேயே செறிவு குறைந்து கொண்டே வந்தால், விரவல் நீளத்தில் அதிகச் செறிவு இல்லாமல் போய்விடும். அடிவாயின் அகலம் அதிகமாக இருப்பின், செறிவை

$$(n - n_o)\ exp\ (-x/Ln) \text{ அல்லது } (p - p_o)\ exp\left(\frac{-x}{Lp}\right)$$

என்ற சமன்கூற்றின்படி குறையும் என்று கூறலாம், இதில் n வரும் சமன்கூற்றை எதிர்மின்னி ஊர்திக்கும், p வரும் சமன்கூற்றை நேர்மின்துளை ஊர்திக்கும் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். ஆனால் அடிவாய் குறைந்த அகலமுள்ளதாக இருப்பதால் உமிழ்வான் பக்கம் வரும் மின் ஊர்திகளில் சேமிப்பானை அடையும் ஊர்திகளின் விகிதம் Sech $\left(\frac{W}{L_N}\right)$ அல்லது Sech $\left(\frac{W}{L_p}\right)$ என்று ஊர்திகளைப் பொறுத்தவாறு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். இவ் விகிதம் அடிவாய்ப் போக்குவரவு எண் எனப்படும். அகலம் W குறையக் குறைய இந்த விகிதம் ஒன்றுக்கு கிட்டத்தட்ட மதிப்புள்ளதாக ஆகிவிடும். சேமிப்பான் அடிவாய்த் தடுப்படுக்கில் இவ்வூர்திகள் செல்லும் பொழுது ஜீனர் இருமுனையத்தில் கூறியது போல் அவ்வடுக்கின் மின்புலத்தில் ஈர்க்கப்பட்டு மோதலால் பல மின் ஊர்திகளை உண்டாக்கக் கூடும். இதனால் ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை பெருகலாம் இதனைச் சேமிப்பான் பெருக்கம் என்று சொல்லாம். ஆனால் இதை மிகக் கவனத்துடன் பார்க்க வேண்டும். ஏனென்றால் மின்னழுத்தம் அதிகமானால் ஜீனர் மின் முறிவு ஏற்பட்டு விடலாம் அப்பொழுது இம் மும்முனைக் குறைகடத்தி மின்மிகைப்பியாக உபயோகப்படாது. சாதாரணமாக, சேமிப்பான் பெருக்கமில்லாமலேயே அமைத்துக் கொள்வது தான் சிறந்த வழி. ஆகவே α முழுக்க முழுக்க அடிவாய்ப் போக்குவரவு கூற்றெண்ணையே சார்ந்ததுள்ளது என்று கூறலாம்.

அடிவாயும் சேமிப்பானும் பின்னோக்கு மின்னழுத்த அமைப்பில் இருப்பதால் இரு புறமும் உள்ள சிறுபான்மை மின்னூர்திகள் தடுப்படுக்கை எளிதில் கடந்து விடுகின்றன. இதனால் மின்னோட்டமுண்டாகிறது. இதனைச் சேமிப்பான் திகட்டிய மின்னோட்டமென்று கூறுவோம். இத் திகட்டிய மின்னோட்டத்திற்கு மேல் உமிழ்வானிலிருந்து உந்தப்படும் மின் ஊர்திகளால் வரும் மின்னோட்டமும் உண்டாகிறது. ஆகவே நாம் மொத்த மின்னோட்டத்தைப் படத்தில் காட்டியதுபோல்,

$$I_b = (1 - \alpha) I_E - I_{co}$$
$$I_c = \alpha I_E + I_{co}.$$



படம் 14—2.
மின்னோட்டத் திசைகள்

என்று கணக்கிடலாம் மின் மிகைப்பியாக உபயோகப்படுத்தும்பொழுது நமக்கு இன்னும் இரண்டு பண்பளவைகள் தேவைப்படுகின்றன. அவை, முறையே உள்ளீட்டுத் தடை, வெளியீட்டு அகத் தடை ஆகும். உமிழ்வான்

அடிவாய்ச் சந்திப்பில் முன்னோக்கு மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுவதால் அதன் தடை மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். நாம் இருமுனையத்தை ஆராயும்பொழுது, மின்னோட்டம் $I_s\ exp\left(\dfrac{qV}{kT}\right)$ என்று மாறுவதாகக் குறிப்பிட்டோம். மாறுமின் தடை $\dfrac{dV}{dI} = \dfrac{kT}{qI} \approx \dfrac{39}{I}$ என்று குறிப்பிடலாம். ஆதாவது உள்ளீட்டுத் தடை நேர்மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்து மாறுதலடையும். நேர்மின்னோட்டம் அதிகமானால் உள்ளீட்டுத் தடை குறையும்.

வெளியீட்டு அகத் தடை பின்னோக்கு மின்னழுத்தத்தால் திகட்டிய மின்னோட்டம் உண்டாவதால் மாறுமின் தடை எண்ணிலியாக இருக்கும் என்று சொல்லத் தோன்றும். ஆனால் இதில் ஒரு சிக்கல் உண்டு. அடிவாயின் அகலம் W என்று குறிப்பிட்டோம். ஆனால் W என்பது மின்னேற்றமற்ற மின்நடுநிலையாக உள்ள அடிவாயின் அகலம் ஆகும். உமிழ்வானிலும் சேமிப்பானிலும் மின்னழுத்தமிருப்பதால் தடுப்படுக்கு அடிவாயில் பரவுகிறது. இதனால் அதன் மின் நடுநிலை அகலம் குறைகிறது. இம் மின் நடுநிலை அகலம், சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் அதிகமானால் தடுப்படுக்கின் அகலம் அதிகரிப்பதால், குறையவேண்டி இருக்கிறது. இக் குறைவால் இரண்டு பலன்கள் உண்டு. உமிழ்வானிலிருந்து வரும் பெரும்பான்மை மின்னோட்ட மதிப்பு W ஐச் சார்ந்தது. W குறைந்தால் இம்மின்னோட்டம் அதிகமாகும். ஆகவே சேமிப்பானின் மின்னழுத்தம் W-ன் மூலம் உமிழ்வானின் மின்னோட்டத்தையும் மாற்றுகிறது; அடிவாய்ப் போக்குவரவையும் மாற்றுகிறது. ஆகவே சேமிப்பான், மின்னோட்டம் மாறுகிறது. சேமிப்பான் மின்னழுத்தம் $\triangle V_C$ ஆக மாறட்டும். இதனால் உமிழ்வான் மின்னோட்டம் $\triangle I_E$ ஆக மாறுதலடையும். இம் மாறுதலை எதிர்க்க உமிழ்வான் மின்னழுத்தத்தில் $\triangle V_E$ என்கிற மாறுதல் செய்யவேண்டும். அப்படியும் அடிவாய்ப் போக்குவரவுக் கூற்று எண் மாறுவதால், சேமிப்பான் மின்னோட்டம் $\triangle I_C$ என்று மாறுதலடைவதாக இருக்கட்டும். நாம் இப்பொழுது மும்முனைக் குறைகடத்தியின் சிறப்பியல்புகளைச் சிறு மாறுமின்சார வேற்றுமைகளுக்கு இணக்கமான பரிமாற்றுச் சுற்று வழியின் பண்பளவைகளைக் கொண்டு குறிப்பிடலாம். இப் பண்பளவைகளில் ஒன்று ஆல்ஃபா. இது சேமிப்பான் மின்னழுத்தம் மாறுதலற்றிருக்கையில் உமிழ்வான் மின்னோட்ட மாறுதலால் உண்டாகும் சேமிப்பான் மின்னோட்ட மாறுதலின் விகிதம் ஆகும்.

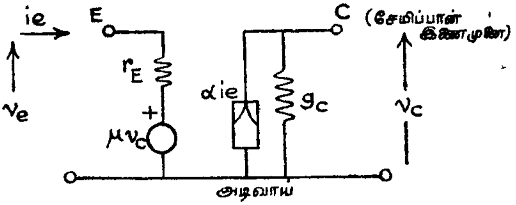
(ஆல்பா) $\alpha = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_E}$ சேமிப்பான் மின்னழுத்தம் நிலையானது

உமிழ்வான் அகத்தடை $r_E = \frac{\Delta V_E}{\Delta I_E}$,, ,,

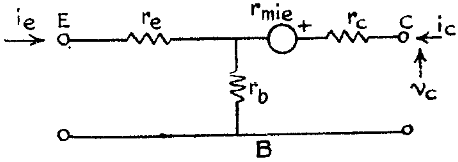
சேமிப்பான் அகத்தடை $r_c = \frac{\Delta V_c}{\Delta I_c}$ உமிழ்வான் மின்னோட்டம் நிலையானது.

சேமிப்பான், உமிழ்வான் பின்னூட்டு விகிதம் $\mu = \frac{\Delta V_E}{\Delta V_c}$,,

இதில் சேமிப்பான் அகத் தடைக்குப் பதில் அகக் கடப்பாக எடுத்துக் கொண்டால் பரிமாற்று இணைச் சுற்றுவழி மிக எளிதாக அமைந்து விடும்.



பரிமாற்று இணைச்சுற்றுவழி அடிப்படைத் தத்துவப்படி



படம் 14—3.

மறுப்புப் பண்பளவி பரிமாற்றுச் சுற்றுவழி

இவ்விரு பரிமாற்றுச் சுற்றுவழிகளின் பண்பளவிகளின் பொருத்தத்தை ஆராயலாம். α, r_E- இவ்விரண்டும் $\Delta V_c = 0$ ஆகும்பொழுது அளக்கப்படுபவை. ஆகவே மறுப்புப் பண்பளவுச் சுற்றுவழியில் C, B கடைமுனைகளை நேர் இணைக்க வேண்டும். அப்பொழுது,

$$i_c = \frac{(r_b + r_m)\, i_e}{r_c + r_b} \quad \text{அல்லது} \quad \alpha = \frac{r_b + r_m}{r_c + r_b}$$

$$v_e = i_e r_e + (i_e - i_c)\, r_b$$

$$= i_e\left[r_e + \left(1 - \frac{r_b + r_m}{r_b + r_c}\right) r_b\right]$$

$$= i_e\left[r_e + \frac{r_c - r_m}{r_c + r_b}\cdot r_b\right]$$

அதாவது $r_E = r_e + \left(\frac{r_c - r_m}{r_c + r_b}\right)\cdot r_b$

r_c, μ ஆகிய இரண்டையும் உமிழ்வான் மின்னோட்ட மாறு தலற்ற நிலையில் ஆராயவேண்டும். அதாவது E, B இணைப் பற்றிருக்க வேண்டும். i_e இல்லாததால் $r_m\, i_e$ இல்லாமல் போய் விடும்.

ஆகவே $g_c = \frac{1}{r_c + r_b}$

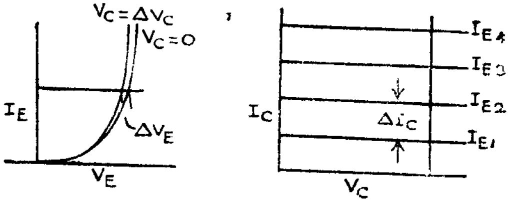
$$\mu = \frac{r_b}{r_c + r_b}$$

ஆகவே $r_b = \frac{\mu}{g_c}$

$$r_c = \frac{1}{g_c} - \frac{\mu}{g_c} = \frac{(1-\mu)}{g_c}$$

$$r_m = \frac{\alpha}{g_c} - \frac{\mu}{g_c} = \frac{\alpha - \mu}{g_c}$$

$$r_e = r_E - \frac{\mu}{g_c}(1-\alpha)$$

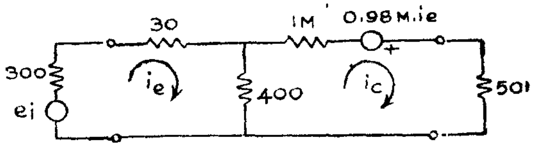


படம் 14—4.

பொது அடிவாய் திரிதடையம் சிறப்பியல்பு.

உதாரணம் : ஒரு மும்முனைக் குறைகடத்தி (திரிதடையம்) யின் பண்பளவிகள் முறையே $r_e = 30\,\Omega$, $r_b = 400\,\Omega$, $r_c = 1\,M\Omega$; $r_m = 0{\cdot}98\,M\Omega$. இதனை இயக்கும் உள்ளீடு மின்னாக்கியின் 300 Ω தடை வெளியீட்டுச் சுமை 50 $K\,\Omega$. அதன் மின்னழுத்த

மின்னோட்ட மின்திறன் இலாபங்களைக் கணக்கிட வேண்டும்; மேலும் உள்தடை, வெளியீட்டுத் தடைகளையும் கணக்கிட வேண்டும்.



படம் 14—5.

உதாரணத்தின் பரிமாற்றுச் சுற்று.

$$e_i = 730\, i_e - 400\, i_c \ \ldots$$

$$400\, i_e + 0{\cdot}98 \times 10^6\, i_e = 1050400\, i_c \ \ldots$$

$$A_i = \frac{i_c}{i_e} = \frac{980400}{1050400} = 0{\cdot}93 \ \ldots$$ மின்னோட்ட இலாபம்.

$$e_i = \left(730 - \frac{400 \times 980}{1050}\right) i_e = 356{\cdot}8\, i_e$$

$$A_V = \text{மின்னழுத்த இலாபம்} = \frac{i_c R_L}{e_i} = \frac{0{\cdot}933\, i_e \times 50000}{356{\cdot}8\, i_e}$$

$$= 130{\cdot}7$$

$$\text{மின்திறன் இலாபம்} = \frac{i_c^2 R_L}{e_i i} = A_i A_V = 130{\cdot}7 \times 0{\cdot}933$$

$$= 121{\cdot}9$$

உட் தடை $= \frac{e_i}{i_e} = 356{\cdot}8\ \Omega$. இதில் மின்னூக்கியின் தடை 300. ஆகவே மின் மிகைப்பியின் தடை **56·8** Ω.

$$\text{வெளித் தடை} = 1 \times 10^6 + \frac{400 \times 330}{730} - 0{\cdot}98 \times 10^6 \times \frac{400}{730}$$

$$\approx 423000\ \Omega.$$

உட்தடை 38-லிருந்து 430 வரை மாறும். 430, வெளியீட்டுச் சுமை எண்ணிலியாகும் பொழுது உண்டாகிறது. ஆனால் சாதாரணமாக இது 40-லிருந்து 70 வரை மாறும். வெளித் தடை

88,000-லிருந்து 1,000,000 வரை மாறும். 88,000, உள்ளீடு மின் செய்கையின் தடை பூச்சியமாகும்பொழுது உண்டாகிறது.

சுமைத் தடை	மின் செய்கைத் தடை	உள்ளீட்டு அகத் தடை	வெளியீட்டு அகத்தடை
50 *K*	300	56·8	423, 000
90 *K*	70	70	216, 000
200 *K*	100	103·2	274, 800
300 *K*	130	128·4	314, 000

மேலே காட்டிய அட்டவணைப்படி மின்செய்கையின் தடை 130 ஆகவும், சுமையின் தடை 300 *K* ஆகவும் இருந்தால் உள்ளீட்டிலும் வெளியீட்டிலும் தடைப் பொருத்தமேற்படுகிறது.

$$\text{இப்பொழுது மின்னோட்ட இலாபம்} = \frac{980}{1300} = \cdot 754$$

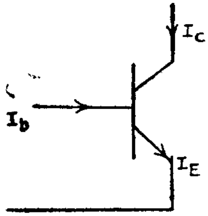
$$\text{மின்னழுத்த இலாபம்} = \frac{\cdot 754 \times 300000}{260} = 870$$

$$\text{மின்திறன் இலாபம்} = 870 \times \cdot 754 = 656.$$

ஆனால் சுமைத்தடை இவ்வதிக மதிப்புள்ளதாக இருக்க முடியாது. இந்தத் தடையில் ஒரு மில்லியாம்பியர் மின்னோட்டமிருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். அப்பொழுது இந்தத் தடையில் உண்டாகும் நேர்மின்னழுத்த வேற்றுமை 300 வோல்ட் ஆகும். மும்முனைக் கருவியில் 3 வோல்ட் மின்னழுத்த வேற்றுமையாவது இருக்க வேண்டும். ஆக, மொத்தச் சேமிப்பான் மின் நிரப்பியின் அழுத்தம் 303 வோல்ட் ஆகும். இவ்வளவு மின்னழுத்தம் குறைகடத்திக் கருவிக்கு அளிக்கப்படுவதில்லை. மும்முனைக் குறைகடத்தியில் அளிக்கப்படும் சேமிப்பானின் மின்னழுத்தத்தின் வீச்சு இரு விதங்களில் தடைப்படுகிறது. முதலாவது, சேமிப்பான் மின் பெருக்கம் என்று கூறியுள்ளோம். இது சேமிப்பானில் முறிவு மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்தது [BV_{cBo}]. சேமிப்பான் மின்னழுத்தம் இதை விடக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். இரண்டாவது, அடிவாயின் அகலம் ஆகும். சேமிப்பானின் மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறு தடுப்படுக்கு விரிந்து கொண்டே போய் அடிவாய் முழுவதுமே பரவக்கூடும். இதனைத் துளையீட்டு முறிவு எனலாம். அப்பொழுது அடிவாயே இல்லாமற்போகும். ஆகவே அடிவாயின் அகலம் கட்டுப்படுத்தும் திறனற்றுப் போய்விடும். ஆகவே, உமிழ்வான் சேமிப்பான் இடைவெளி வெறும் தடை போல் இயங்கும். ஆகவே

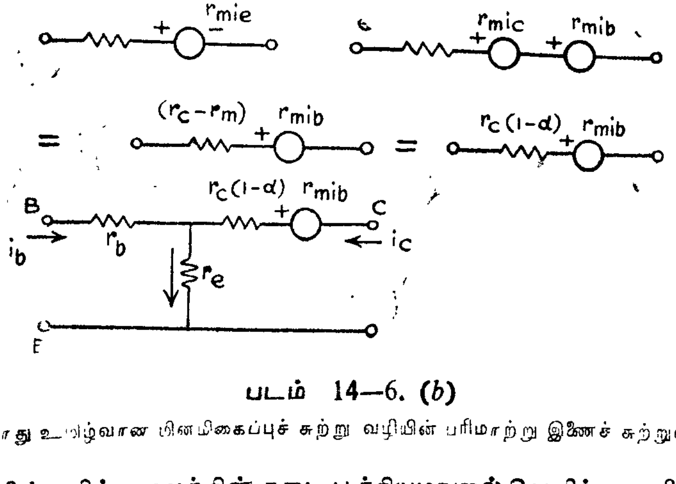
இவ்விரு நிகழ்ச்சிகளால் சேமிப்பான் மின்னழுத்தம் கட்டுப்படுகிறது. சேமிப்பானில் சிறிதளவு நேர்மின்னோட்டம் வேண்டியிருப்பதால், சேமிப்பான் சுமைத்தடை குறைந்துவிடுகிறது. ஆகவே உமிழ்வான் அகத்தடை மிகவும் குறைவாகிறது குறைகடத்தி இரு முனையத்தின் இயக்கத்தில் ஒரு முக்கிய இயல்பை நாம் கவனிக்க வேண்டும். இது மின்னோட்டத்தால் இயக்கப் படுவது. வளிம அல்லது வெற்றிடக் குழல்கள் மின்னழுத்தத்தால் இயங்குபவை. இரண்டாவது, குறைகடத்தி மும்முனையத்தின் உள்ளீட்டில் மின்னோட்டம் மின்னழுத்தத்திற்கு அடுக்குக் குறிச் Exponential) சார்புடையது. மின்னோட்டமுண்டான பின் மின்னழுத்த மாறுதலை அளவிடுவது கடினம். இது ஜெர்மானியம் குறைகடத்தியில் 0·3 வோல்ட்; ஸிலிகான் குறைகடத்தியில் 0·6 வோல்ட் என்ற நிலையான அழுத்தத்திலேயே நின்று விடும். ஆகவே, மின் குறிப்பலைப்பி அதிக அளவு தடையுள்ளதாக இருந்தால் தான் உமிழ்வான் மின்னோட்டம் குறிப்பு மின்னழுத்தத்திற்கு நேர் சார்புள்ளதாக இருக்கும். ஆகவே உள்ளீட்டில் மறுப்புப் பொருத்தம் ஏற்படுத்த முற்படுவதில்லை.

பொது அடிவாயிணைப்பில் மின்னோட்ட இலாபம் ஏற்படுவதில்லை ; மின்னழுத்த இலாபம் அதிகம். ஆனால் மின்மிகைப்பி அலகுகளைக் கொண்மி மூலம் தொடர் இணைப்பு ஏற்படுத்தினால் ஓர் அலகின் உள்ளீட்டு அகத்தடை, அதன் முன் அலகின் சுமையாகும். ஆகவே உள்ளீட்டுத் தடையும் சுமையும் ஒரே மதிப்புள்ளவையாகும்பொழுது மின்னோட்ட இலாபமில்லையானல் மின்னழுத்த இலாபம் உண்டாகாது ஒரு மின்மாற்றியைப் பொருத்துவதாக எடுத்துக் கொள்வோம். அதன் சுற்று விகிதம் $n:1$ என்றால் r_E ஆனது $n^2 r_E$ ஆக, சேமிப்பான் பக்கம் வருகிறது அதில் வரும் மின் அழுத்தம் $\alpha n^2 r_E, i_e$. ஆகவே அடுத்த அலகில் உமிழ்வானில் வரும் மின்னழுத்தம் $\alpha nr_E i_e$; மின்னழுத்த இலாபம் αn. இம்முறையை உபயோகித்து மின்னழுத்த இலாபமடையலாம். ஆனல் மின் மாற்றியின் அலைவெண் பட்டை அகலம் குறைவாக இருக்கும். இது ஒரு குறை ஆகும். இரண்டாவது குறை : ஒன்று சேமிப்பான் சுற்றுவழிக்கும், மற்றொன்று உமிழ்வான் சுற்றுவழிக்கும் ஆக, இரண்டு மின் நிரப்பிகள் வேண்டுவதாகும். ஆகவே, இரு சந்திமும்முனைக் குறைகடத்தியின் அடிப்படை இயல்பை விளக்கப் பொது அடிவாய் இணைப்பு உபயோகப்பட்டாலும், இவ்விணைப்பைச் சாதாரணமாக மின் மிகைப்பிகளில் உபயோகப்படுத்துவதில்லை.



படம் 14—6 (*a*)

இப்பொழுது பொது உமிழ்வான் இணைப்புச் சுற்று வழியை ஆராய்வோம், இங்கு நாம் அடிவாயை உள்ளீடாகக் கருதுகிறோம். அதே உமிழ்வான் அடிவாய் மின்னழுத்த வேற்றுமைக்கு அடிவாய் மின்னோட்டம் $(1-\alpha)$ பங்கே இருப்பதால், உள்ளீட்டுத் தடை $\frac{1}{(1-\alpha)}$ மடங்காகும். ஆனால் α கிட்டத்தட்ட ஒன்றின் மதிப்பில் இருப்பதால் உள்ளீட்டுத் தடை அதிகமாகும். முன் கூறிய உதாரணத்தில் $\alpha = 0{\cdot}98$. ஆகவே $(1-\alpha) = 0{\cdot}02$. ஆக, அகத்தடை 50 மடங்காகிறது. இது ஒரு முக்கிய நன்மை ஆகும். அதாவது தடை 40-லிருந்து 70-க்குப் பதிலாக, 2000 முதல் 770 வரை மாறுதலடையும். ஆனால் நாம் இங்கு ஒன்று கவனிக்க வேண்டும். வெளியீட்டுச் சுமை குறைவாகும் பொழுது உள்ளீட்டு அகத்தடை அதிகம் ஆகும் சுமை அதிகமாக ஆக, உள்ளீட்டுத் தடை குறைந்து கொண்டே போகும். இரண்டாவது மின்னோட்ட இலாபம். நாம் $I_c = \alpha I_E; I_B = (1-\alpha) I_E$ என்று பார்த்தோம். ஆகவே $I_c = \frac{I_b \alpha}{(1-\alpha)}$. ஆகவே, மேல் சொன்ன உதாரணத்தில் α-ன் மதிப்பு 0·98-லிருந்து 0·9 வரை மாறினால் $\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)$ 49-லிருந்து 9 வரை மாறும். ஆகவே மின்னோட்ட இலாபம் உண்டாகிறது. இப்பொழுது வெளியீட்டுத் தடையைக் கவனிப்போம்:



படம் 14—6. (*b*)

பொது உமிழ்வான மின்மிகைப்புச் சுற்று வழியின் பரிமாற்று இணைச் சுற்றுவழி

மின்குறிப்பு மூலத்தின் தடை பூச்சியமானால் வெளித்தடை 88·4*K* ஓம். மின்குறிப்பு மூலத்தின் தடை எண்ணிலி ஆயின் வெளித்

தடை 20 கிலோ ஓம் ஆகும். அதாவது வெளித்தடை 90 — 20 கிலோ ஓம் மதிப்பில் மாறும். ஆகவே உட்தடை அதிகமாகிறது; வெளித் தடை குறைகிறது ; மின்னழுத்த இலாபம், மின்னோட்ட இலாபங்கள் உண்டாகின்றன. ஆகவே, தொடர் அலகு இணைப்புகளிலும் மின்னழுத்த இலாபங்கள் உண்டாகின்றன. மேலே கூறிய மும்முனைக் குறைகடத்தியைப் பொது உமிழ்வான் அமைப்பில் மின்மிகைப்பியாக உபயோகப்படுத்தலாம். சுமை 20K, 40 K, 80 K என்ற மதிப்பில் இலாபங்களையும் தடைகளையும் கவனிக்கலாம்.

R_L = 20 கிலோ ஓம்

$$A_i = \frac{r_m - r_e}{r_c(1-\alpha) + r_e + R_L}$$

$$= \frac{980000}{20000 + 20000} = \mathbf{24 \cdot 5}$$

உள்ளீட்டுத் தடை $= r^b + r_e(1 + A_i)$

$$= 400 + 30(1 + 24 \cdot 5)$$

$$= \mathbf{1165\ \Omega}$$

மின்குறிப்பின் தடை 1200 Ω ஆக இருக்கட்டும்.

வெளித் தடை $= r_c(1-\alpha) + r_e + \frac{r_m \cdot r_e}{r_b + R_s + r_e}$

$$= 20000 + 30 + \frac{930000 \times 30}{430 + 1200}$$

$$= \mathbf{38067}$$

R_L = 40 கிலோ ஓம்.

$$A_i = \frac{980000}{20000 + 40000} = \mathbf{16 \cdot 33}$$

உள்ளீட்டுத் தடை $= 400 + 30(1 + 16 \cdot 33)$

$$= \mathbf{920}$$

மின்குறிப்பின் தடை 1000 ஓம் ஆக இருப்பின்,

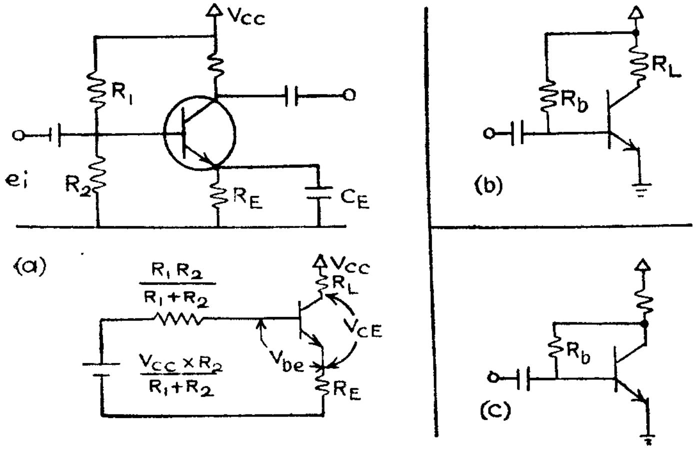
வெளியீட்டின் அகத் தடை $= 20300 + \frac{980000 + 30}{430 + 1000}$

$$= 40590$$

ஆகவே, மின்குறிப்பு மூலத்தின் அகத்தடை 1000 ஆக இருந்து, சுமையின் தடை 40000 ஆக இருப்பின், உள்ளீட்டிலும் கிட்டத்தட்ட மறுப்புப் பொருத்தமுண்டாகிறது. இவை சாதாரண

மாக அமைக்கக் கூடியவை. ஆனாலும் உள்ளீட்டில் பொது அடிவாயிணைப்பில் கூறியதுபோல் மின்குறிப்பின் தடை அதிக மாக இருந்தால்தான் மின்னோட்டத்திற்கும் மின்குறிப்பு மின்ன ழுத்தத்திற்கும் ஒரு சார்பு ஏற்படும். அப்பொழுது வெளியீட்டு அகத்தடை 20கி.ஓம் ஆகும். ஆக, வெளியீட்டில் மறுப்புப் பொருத் தம் அமைக்கலாம். அப்பொழுது மின்னோட்ட இலாபம் 24·5.

இங்கு ஒரே மின்திரப்பியால் மின்மிகைப்பி வேலை செய்ய வேண்டிய நிலை மின்னோட்டங்களை ஏற்படுத்தலாம். ஆனால் இங்கு ஒரு முக்கியமான குறை உண்டு. அடிவாயில் மின்னோட்ட



படம் 14—7.

அடிவாய ஒரு சார்புநிலை மின்னோட்டமுண்டாக்கும் முறைகள்.

மில்லாதபொழுது சேமிப்பான் மின்னோட்டமும் உமிழ்வான் மின்னோட்டமும் ஒன்றாகும். $I_E = \alpha I_E + I_{co}$ அல்லது $I_{coE} = \frac{I_{co}}{1-\alpha}$. அதாவது திகட்டிய வெட்டு மின்னோட்டம் இவ்விணைப்பில் பொது அடிவாய் மின்னோட்டத்தை விட $\left(\frac{1}{1-\alpha}\right)$ மடங்கு அதிகம். இந்தத் திகட்டிய மின்னோட்டம் வெப்பநிலைக்கு ஏற்றவாறு மாறுதலடையும். ஜெர்மானியம் கருவிகளில் இது ஒவ்வொரு 8—10° மாற்றத்திற்கும் இரு மடங் காகிறது. ஆகவே, சேமிப்பான் மின்னோட்டம் அதிகரிப்பதால் சேமிப்பான் உமிழ்வான் மின்னழுத்தம் மாறுதலடைகிறது. சுமைத் தடைக்கு ஏற்றவாறு சேமிப்பான் மின்திறன் மாறுத லடைகிறது ; இதனால் வெப்பநிலை மாறுதலடைகிறது. ஆகவே

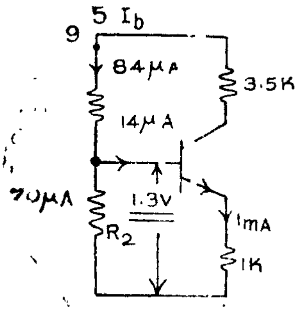
மறுபடியும் மின்னோட்டம் மாறுதலடைகிறது. நாம் குறை கடத்திக் கருவியை அதன் வெப்பத் திறனுக்கு மிக அருகில் செயல்படுத்தும்பொழுது மிகக் கவனமாக இருக்கவேண்டும். மிகச் சிறிய அளவு வெளியீடு மின்னழுத்தம் உண்டாகும் பொழுது இந்த வெப்பநிலை அழிவு ஓட்டம் ஏற்படாது. அப் பொழுது படம் 7 (b)-ல் குறிப்பிட்ட முறைப்படி ஒரு சார்பு மின் னோட்டமுண்டாக்குவோம். இந்த ஒரு சார்பு மின்னோட்டம் குறிப்பு மின்னோட்டத்தின் அதிக வீச்சைவிட அதிகமாக இருக்க வேண்டும். இது A வகை இயக்கம். மும்முனைக் குறைகடத்தியில் B வகை இயக்கம் அடிவாயில் மின்னோட்டமற்றிருக்கையில் உண்டாகிறது. இது V_{be} பூச்சியமாகும்பொழுது உண்டாகிறது. $V_{cc} = 6$ வோல்டாக இருக்கட்டும். அடிவாயின் ஒரு சார்பு மின்னோட்டம் 20 மைக்ரோ ஆம்பியரானல், $R_b = 300{,}000$ ஓம் ஆகிறது. இந்த 20 மைக்ரோ ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தால் சேமிப்பானில் 1 மில்லி ஆம்பியர் மின்னோட்டமுண்டாகட்டும். $V_{CE} = 3{\cdot}5$ வோல்டாக வேண்டுமானல் $R_L = 2500$ ஓம் ஆகிறது. பொது உமிழ்வான் செயல் சுற்றுவழியில் சேமிப்பான் உமிழ்வான் மின்னழுத்த வேற்றுமை ஒரு வோல்டுக்குக் குறைவாக இருக்கக் கூடாது. ஏனென்றல் அடிவாய்ச் சேமிப்பான் மின்னழுத்தம் பின்னோக்காக அமைய வேண்டும் ; அடிவாய் உமிழ்வான் மின்னழுத்தம் முன்னோக்காக அமைய வேண்டும். ஆகவே, சேமிப்பானும் உமிழ்வானும் ஒரே மின்னழுத்தத்திலிருந்தால் சேமிப்பான் அடிவாய்ச் சந்தியும் முன்னோக்காக ஆகிவிடும். அப்பொழுது அது மின்மிகைப்பியாகச் செயல்படாது.

நடு வெப்பநிலை, திறனில் உள்ள மின்மிகைப்பிகளைப் படம் 7 (a)-ல் குறிப்பிட்டதுபோல் அமைப்போம். இதில், முக்கியமாக உமிழ்வானில் ஒரு தடை உள்ளது. மின்னோட்டமதிகரித்தால் தடையில் மின்னழுத்தமதிகமாகி, V_{be} ஐக் குறைக்கும். இது சேமிப்பான் மின்னோட்டத்தைக் குறைக்கும். இவ்வாறு வெப்பநிலை மாறுபாட்டால் உண்டாகும் சேமிப்பான் மின்னோட்ட அதிகரிப்பைக் குறைக்கலாம் ; அல்லது R_2 என்று குறிப்பிட்டுள்ள தடைக்குப் பதில் ஒரு வெப்பநிலைச் சார்த் தடையை உபயோகிக்கலாம். இதைக் குறைகடத்தியின் அருகேயே பொருத்திவிடுவார்கள். குறைகடத்தி மின்மிகைப்பி யின் வெப்பநிலை அதிகமானல்,தடை R-ன் தடை குறைந்து அடி வாய் மின்னோட்டத்தைக் குறைத்துவிடும். இதனை அதிகத் திற னில் பயன்படும் மின்மிகைப்பிகளில் உபயோகப்படுத்துவார்கள்.

படம் 7 (a)-ல் உள்ள சுற்றுவழிக்குச் சில கைக் கணக்குகளை உபயோகப்படுத்தலாம். நாம் சேமிப்பானின் நிலை மின்னோட்

டத்தை நிச்சயப்படுத்த வேண்டும். அது உள்ளீடு மாறு மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்தது. அதாவது மின்னோட்டத்தின் குறைந்த மதிப்பு I_{coE} ஐ விடக் குறையக்கூடாது. உதாரணமாக, மதிப்பு 1 மில்லி ஆம்பியர் என்று வைத்துக்கொள்வோம். டிரான்ஸிஸ்டர் புத்தகத்திலிருந்து $h_{FE}\left(=\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)$ ஐ அறியலாம். இது 50 ஆக இருக்கட்டும். அப்பொழுது அடிவாய் ஒரு சார்பு மின்னோட்டம் ஆகும். $\frac{I_c - I_{coE}}{h_{FE}} \cdot I_{coE}$. ஜெர்மானியம் கருவிகளுக்கு இது 0·3 மில்லி ஆம்பியர் வரை இருக்கும்; ஸிலிகானுயின் 0 என்று எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

ஆக, $I_b = \frac{1 - 0{\cdot}3}{50} = 14$ மைக்ரோ ஆம்பியர். R_E அதில் ஒரு வோல்ட் மின்னழுத்த வேறுபாடு உண்டாகுமாறு இருப்பது நல்லது. ஆகவே அதன் மதிப்பு 1000 ஓம். V_{cc} சேமிப்பான் மின்நிரப்பியாக இருக்கட்டும். அப்பொழுது $\frac{V_{cc} - 2}{2}$ மின்னழுத்த வேறுபாடு R_L-ல் உண்டாகுமாறு அமைக்க வேண்டும். $V_{cc} = 9$ ஓல்டானுல் $V_{RL}=3{\cdot}5\ V$; மின்னோட்டம் 1 மில்லி ஆம்பியர். ஆக, $R_L = 3{\cdot}5$கி.ஓம். இப்பொழுது R_1, R_2ஐக் கவனிக்கலாம். இவற்றை குறைந்தது $5I_b$ மின்னோட்டம் வருமாறு அமைக்கவேண்டும்.



படம் 14—8.

படத்தில் காட்டியபடி $R_2 = \frac{1{\cdot}3}{70 \times 10^{-6}}$

$$R_1 = \frac{9 - 1{\cdot}3}{84 \times 10^{-6}}$$

மேலே குறிப்பிட்டது ஒரு வழித் திட்டம்.

பொதுவாக, எல்லா அமைப்பிற்கும் வெப்ப நாடான தமிழ்நாட்டிற்கு, இந்தத் திட்டம் நல்ல பலனை அளிக்கும். உமிழ்வான் தடையை மாறு மின் சாரத்திற்கு தடையற்றிருக்கச் செய்ய ஒரு பெரிய கொண்மியை இணைத்து விடுவோம். தடை குறைவாக இருப்பதால் கொண்மியின் தேக்கத் திறன் அதிகமாக இருக்க வேண்டும். ஆனுல் மின்னழுத்தம் குறைவாக இருப்பதால் மின்பகு பொருள் கொண்மியை உபயோகிக்கலாம். பொதுவாகவே டிரான்ஸிஸ்டர் சுற்றுவழிகளில் மின்னழுத்தம்

குறைவாக இருப்பதால் $\frac{1}{8}$ வாட் தடைகளையும் சிறு கொண்மிகளையுமே உபயோகிப்போம். இதில் மற்றொரு விஷயமும் கவனிக்க வேண்டும். மும்முனைக் குறைகடத்திகளே மிகச் சிறியனவாக இருக்கும். ஆகவே, கூட உபயோகிக்கும் மின்பொருள்களும் சிறியனவாகவே இருப்பதுதான் அழகு. சுற்றுவழித் தடைகள் குறைவாக இருப்பதால் அலகு இணைப்புக் கொண்மிகளும் மின்பகு பொருள் கொண்மிகளாகவே இருக்கும்.

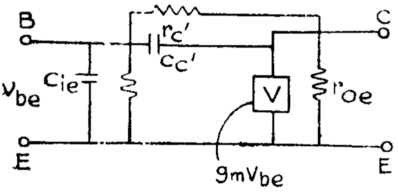
இப்பொழுது மின்மிகைப்பியாக உபயோகப்படும்பொழுது உண்டாகும் அலைவெண் உருக்குலைவுகளைக் கவனிக்க வேண்டும். கீழ் அலைவெண் குலைவு, தொடர் கொண்மியினால் உண்டாவது. கொண்மியின் கொண்மத்தை மாற்றி இதனை மாற்றிக் கொள்ளலாம். மேல் அலைவெண்களுக்கு வரும்பொழுது, மும்முனைக் குறைகடத்தியினால் உண்டாகும் அலைவெண் குலைவைக் கவனிக்கலாம். இது, ஒன்று,சேமிப்பான் தடுப்புக் கொண்மியினால் உண்டாவது. தடுப்புக் கொண்மி உமிழ்வான் தடுப்புப் பட்டையிலும் உண்டு. ஆனால் அது முன்னேக்கு மின்னழுத்தத்திலிருப்பதால் இந்தக் கொண்மியினால் குலைவு உண்டாவதில்லை. ஆனால் சேமிப்பான் தடுப்படுக்கு பின்னேக்குச் சார்பு மின்னழுத்தம் கொண்டது. ஆகவே, இதன் அகத்தடை மிக அதிகம். ஆகவே, இந்தத் தடுப்புக் கொண்மி, அதிக அலைவெண்ணில் குலைவு உண்டாக்குகிறது இரண்டாவது,ஊர்திகள் அடிவாயைக் கடக்கும் நேரம். இந்நேரம் மிகக் குறைவாக இருப்பின் குறைந்த அலைவெண்களில் அடிவாயில் திணிக்கப்படும் ஊர்திகள் கடிதில் சேமிப்பானை அடைந்துவிடுகின்றன. ஆனால் அலைவெண் அதிகரிக்கையில் ஊர்திகள் கடக்கும்பொழுது திணிக்கப்படும் ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை மாறுபட்டு, மின்னழுத்தமும் மாறுபடுகிறது. ஆகவே, ஊர்திகள் மேல் ஒரு சராசரி மின்னழுத்தப் பலனே கிடைக்கிறது. இந்தச் சராசரி மதிப்பு அலைவெண் அலைநேரம் குறையக் குறைய குறைந்து கொண்டே வருகிறது. மேலும் சேமிப்பான் மின்னேட்டத்திற்கும் உமிழ்வான் மின்னேட்டத்திற்கும் ஒரு பாகை வேறுபாடு உண்டாகிறது. இவை இரண்டையும் சேர்த்து $\alpha = \frac{\alpha_0}{1 + j\,f/f\alpha}$ என எழுதலாம்.இதில் α என்பது அலைவெண் f-ல் ஆல்ஃபாவின் மதிப்பு. α_0 குறைந்த அலைவெண்களின் மதிப்பு. $f\alpha$ என்பது ஆல்ஃபாவின் மதிப்பு குறைந்த அலைவெண்களின் மதிப்பில் 70 % ஆகும் அலைவெண். ஆகவே இவ்விரண்டில் எது முந்துகிறதோ அதனைப் பொறுத்து மேலலைவெண் பட்டையில் அலைவெண் உருக்குலைவு உண்டாகும்.

$\frac{\alpha}{1-\alpha}$ என்பதை h_{fe} என்றும் β என்றும் கூறுவார்கள். ஏற்கெனவே ஆல்ஃபாவின் அலைவெண் மாறுதலைக் குறிப்பிட்டோம். h_{fe}-ன் அலைவெண் மாறுதலை இப்பொழுது கவனிப்போம்.

$$h_{fe} = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{\frac{\alpha_0}{1+j(j/f\alpha)}}{1-\frac{\alpha_0}{1+j(j/f\alpha)}}$$

$$= \frac{\alpha_0}{1-\alpha_0+j\,f/f\alpha} = \frac{\alpha_0/(1-\alpha_0)}{1+j\,f/f\alpha\,(1-\alpha_0)}$$

ஆகவே h_{fe} அதன் கீழ் அலைவெண்களின் மதிப்பில் 70% அடையும். அலைவெண் $f\alpha\,(1-\alpha_0)$. ஆகவே, இம்மதிப்பு மிகக் குறைவாகிவிடுகிறது.



படம் 14—9.
அதிக அதிர்வெண் பரிமாற்றுச் சுற்று.

பன்முனையங்களின் ஆராய்ச்சிப்படி இதற்கும் ஒரு பரிமாற்றுச் சுற்று வழியை ஆராயலாம். இச் சுற்றுவழியில் e என்ற அடிக்குறி பொது உமிழ்வான் சுற்று அமைப்பில் வரும் பண்பளவிகளைக் குறிப்பிடுவது ஆகும்.

இதில் $r_{ie} = \left[r_b + \frac{r_e}{1-\alpha}\right]$.

$$C_{ie} = \frac{1}{2\pi f\alpha\,(1-\alpha_0)\,r_{ie}}$$

$$\mu_e = \frac{r_{ie}}{r_c + r_{ie}}\;;\; r_c' = \frac{r_{ie}(1-\mu)}{\mu} \approx 2r$$

$$g_m\,r_{be} = g_m\,i_b\,r_{ie} = h_{fe}\,i_b.$$

$$\therefore\; g_m = \left(\frac{h_{fe}}{r_{ie}}\right).$$

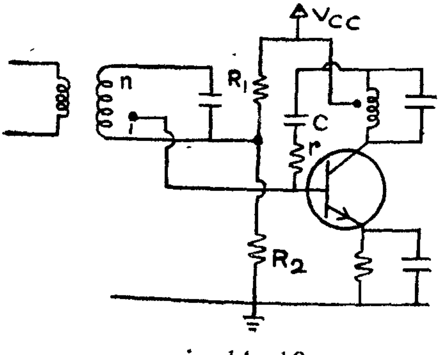
$$g_{ce} = \frac{1}{r_{oe}} + \frac{1}{r_c'}\,g_m\,r_{ie}\;;\quad \therefore\; \frac{1}{r_{oe}} = g_{ce} - \frac{g_m\mu}{(1-\mu)}$$

$$r_{oe} = \frac{(1-\mu)}{g_{ce}-\mu\,(g_{ce}+g_m)} \approx \frac{2}{g_{ce}}$$

இதற்கு மேல் C_c' என்ற கொண்மியும் சுற்று வழியில் வருகிறது. இந்தக் கொண்மி,அடிவாய், சேமிப்பான் இடையுள்ள தடுப்படுக்

கில் மின்னேற்றத்தால் உண்டாகும் மின்தேறைக் கொண்மி ஆகும். இதன் மதிப்பு 5 — 20 பிகோ பாரட் வரை இருக்கும்.

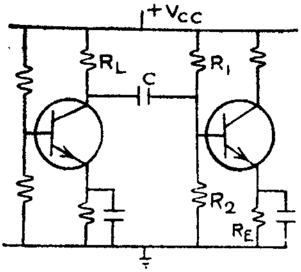
இந்தக் குறைகடத்திப் பொது உமிழ்வான் சுற்றுவழிக்கும், வெற்றிட மும்முனையப் பொது உமிழ்வான் சுற்றுவழிக்கும் உள்ள பொருத்தங்களை ஆராய்வோம். இரண்டிலும் சுமைமின்னழுத்தமும் உள்ளிடு மின்னழுத்தமும் 180° கட்ட வேறுபாட்டுடன் அமைகின்றன. உள்ளீட்டிற்கும் வெளியீட்டிற்கும் இடையே ஒரு கொண்மி அமைகிறது. இந்தக்கொண்மியால் வரும் தீமைகளை ஏற்கெனவே ஆராய்ந்திருக்கிறோம். வெற்றிடக் குழலில் பன் முனையங்களைக் கொண்டு இந்தக் குறையை நீக்க முற்பட்டோம். ஆனால் மும்முனைக் குறைகடத்தியில் இதுபோல் செய்யமுடியாது. ஆகவே நடு நிலையாக்கும் முறைகளை ஆராயவேண்டும். C_c'வழியாக வரும் பின்னூட்டத்திற்கு இணையான, ஆனால் எதிர்க் கட்டமுடைய பின்னூட்டமுண்டாக்கினால் இக் குறையைப் போக்கி விடலாம். இது மும்முனைச்சந்திக் குறை கடத்தியில் எளிதாகவே அமைந்து விடுகிறது. நாம் பொதுச் சேமிப்பான் சுற்றுவழியை உபயோகித்தாலொழிய, உள்ளீட்டின் தடை மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். ஆகவே ஓர் ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியைஉபயோகிக்கும் பொழுது, இந்தத் தடை இணை ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியைக்குறுக் கீட்டுச் சுற்றுவழியாக்கி, அதன் இசைவுத் தன்மையை வெளிக் காட்டாதவாறு செய்துவிடும். அப்பொழுது நமக்கு இசைவுச் சுற்று வழியால் கிடைக்க இருக்கும் தேர்ச்சி, பக்க அலைவெண் அலை ஒதுக்கல் ஆகிய நன்மைகள் கிடைக்காமல் போய்விடும். இதற்காக இசைவுச் சுற்றுவழியை நேராக உள்ளீட்டில் இணைக்காமல் சுருளின் ஒரு பாகத்தையே உள்ளீட்டில் இணைக்கிறோம். அதே போல் வெளியீட்டு இசைவுச் சுற்றுவழியிலும் ஒரு பாகத்தையே சேமிப்பான் சுற்றுவழியில் இணைக்கிறோம். இதனால் உள்ளிடு வெளியீடுகளின் அகத் தடைகளை முழு இசைவுச்சுற்றுவழிக்குமாற்றிப்பார்க்கும் பொழுது சுமைத்தடை n^2 மடங்கு அதிகரிக்கின்றது. ஆகவே, அவைகளால் உண்டாகும் சுமை குறைந்துவிடுகின்றது. ஆனால் அதிர்



படம் 14—10.
இயைவு மின் மிகைப்பியில் ஒருவழியாக்கும் முறை

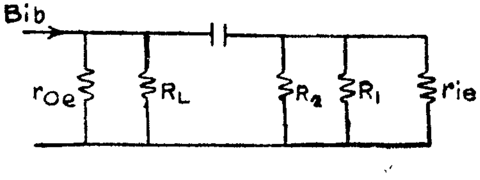
வெண் தேர்ச்சி குறைவதில்லை. இப்பொழுது சேமிப்பானுக்கு இணைக்கப்படாத சுருளின் மற்றொரு முனையை, ஒரு கொண்மியும் மின்தடையும் கொண்டு அடிவாய்க்கு இணைத்தால் அதன்வழி அடிவாய்க்கு வரும்மின்னோட்டம் சேமிப்பானிலிருந்துமின்குறைக் கொண்மி மூலம் வரும் மின்னோட்டத்தை எதிர்க்கும். சரியான கொண்மி, தடை மதிப்புகளைக் கொண்டு பின்னூட்டுத் திறனை இல்லாமல் செய்து விடலாம். இதனை ஒருவழியாக்கல் என்று கூறலாம். அதன் திறன் பெருக்கம், மின்னோட்டக் கட்டுப்பாடு ஆகியவை உள்ளீட்டிலிருந்து சுமைக்கு வருமே ஒழிய பின்னூட்டமில்லை. ஆகவே அகத் தடையின் சுமையைக் குறைக்கச் செய்யும் வழியைக் கொண்டே ஒருவழியாக்கலும் நடத்தலாம்.

கொண்மி, தடை மின்மிகைப்பிகளில் காட்டப்பட்ட டிரான்ஸிஸ்டர்கள் *N P N* வகை ஆகும். *P N P* வகையை உபயோகப் படுத்தும்பொழுது மின்நிரப்பியின் முனைகளை மாற்றவேண்டும். (படம் 1). மற்றப்படி ஆய்வுகள் ஒன்றே போல்தான்.



படம் 14—11.
மின்பெருக்கி.

படம் 10-ல் காட்டப்பட்ட சுற்றுவழியில் உள்ள சுமையின் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம். கொண்மியின் மறுப்பு மிகக் குறைவாக உள்ளது என்று வைத்துக் கொள்வோம். இதில் r_o, R_L, R_1, R_2 r_{ie} ஆகிய ஐந்து தடைகளும் இணையாக உள்ளன. இவைகளின் கூட்டு மதிப்பு R_{eg}' ஆகும். அப்பொழுது வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் $\beta i_b \cdot R_{eg}$. உள்ளீட்டு மின்னழுத்தம் $i_b r_{ie}$.



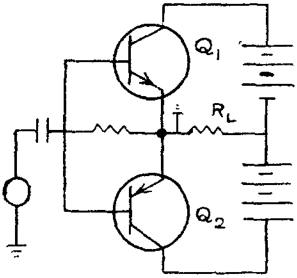
படம் 14—12 .
பரிமாற்றுச் சுற்றுவழி.

மின்னழுத்த இலாபம் $= \frac{\beta R_{e}}{r_{e}}$

$$\text{கீழ் அரைத்திறன் அலைவெண்} = \frac{1}{2\pi c\,[R_L \,||\, r_{oe} + R_1 \,||\, R_2 \,||\, r_{ie}]}$$

இதில் வரும் தடை, குறைவாக இருப்பதால் கொண்மம் அதிகமாகிறது. 10 — 100 μF வரை கொண்மம் உபயோகிக்க வேண்டும்.

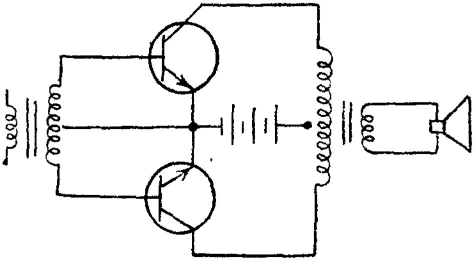
R_E ஐ எடுத்துக்கொள்வோம். அதற்கு இணையாகவும் ஒரு கொண்மியிட்டிருக்கிறோம். இக் கொண்மி இல்லாவிட்டால், உமிழ்வானில் அடிவாய், சேமிப்பான் ஆகியவைகளின் கூட்டு மின்னோட்டம் வருவதால் $I_b(1+\beta)$ என்ற மின்னோட்டமுண்டாகும். இதனால் வரும் மின்னழுத்தம் $I_b(1+\beta)R_E$. ஆகவே உள்ளீட்டுத் தடை $r_{ie} + R_E(1+\beta)$ என்ற மாறுதலடையும். ஆகவே இம்முறையால் உள்ளீட்டுத் தடையை அதிகரிக்கலாம். ஆனால் மின்னழுத்த இலாபம் குறைந்து விடுகிறது.



படம் 14—13.

மின்மாற்றியற்ற B வகை தள்ளு-இழுமுறைத் திறன் மிகைப்பி, நிரப்பும் சமச்சீருள்ள மும்முனைக் குறைகடத்திகளாலானது.

திரிதடையத்தை B வகை அமைப்பில் உபயோகிக்க அடிவாய்க்கும் உமிழ்வானுக்கும் இடையே நேர் மின்னழுத்தமில்லாமல் விட்டுவிட்டாலே போதும். மும்முனையம்போல் ஒரு சார்பு மாறு மின்னழுத்தமளிக்க வேண்டியதில்லை.

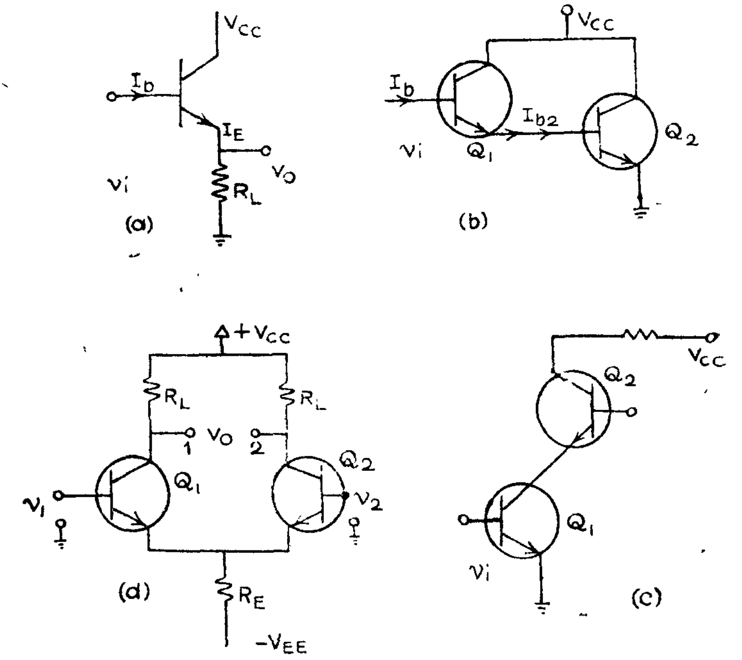


படம் 14—14.

B வகை தள்ளு - இழு முறைத் திறன் மிகைப்பி.

படம் 11 (a)-ல் இரண்டு டிரான்ஸிஸ்டர்கள் மாறி மாறி மின்கடத்த, அதனால் சுமையில் மின்னோட்டமுண்டாகிறது.

படம் 11 (b) ல் ஒரு NPN, ஒரு PNP. ஒரே பண்பளவிகளுள்ள மும்முனைக் குறைகடத்திகளை உபயோகிக்கிறோம். இதனால் மின்மாற்றிகளில்லாமலேயே இணைப்பு ஏற்படுகிறது. ஆனால் இவ்விரு மும்முனைக் குறைகடத்திகளும் ஒரே அமைப்பு சிறப்பியல்புகள் உள்ளனவாக இருக்க வேண்டும். அப்பொழுது மாறு மின்சாரத்தின் நேர் அரை அலை நேரத்தில் Q_1-ல் மின்னோட்டமுண்டாகி, சுமையில் இடமிருந்து வலம் பாயும். மாறு அரை நேரத்தில் Q_2-ல் மின்னோட்டமுண்டாகி, சுமையில் வலமிருந்து இடம் பாயும் ஆகவே சுமையில் மாறு மின்னோட்டமுண்டாகிறது. ஒரே ஒரு குறை என்னவென்றால், உபயோகிக்கப்படும் இரண்டு மின்நிரப்பிகளும் தரை இணைப்பின்றி மிதக்கின்றன.



படம் 14—15.

(*a*) உமிழ்வான் பின்னோடி மின் மிகைப்பி. (*b*) டார்லிங்டன் இணைப்பு.
(*c*) காஸ்கோடு முறை. (*d*) வேறுபாட்டு மின மிகைப்பி.

படம் 15 (*a*) உமிழ்வான் பின்னோடிச் சுற்றுவழியைக் கவனிப்போம். அடிவாய்க்கும் உமிழ்வானுக்கும் இடையே உள்ள மின்னழுத்தம் $(v_i - v_o)$. அதனால் உண்டாகும்

மின்னோட்டம் I_b. இதனால் உண்டாகும் உமிழ்வான் மின்னோட்டம் $(\beta + 1) I_b$. ஆக, $v_i = I_b \cdot r_{ie} + (\beta + 1) R_L I_b$.

ஆகவே, அகத்தடை $r_{ie} + (\beta + 1) R_L$; மின்னழுத்த இலாபம்

$$= \frac{v_o}{v_i} = \frac{(\beta + 1) R_L}{r_e + (\beta + 1) R_L}$$; ஆகவே, இது ஒன்றைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். ஆனால் மின்னோட்ட இலாபம் $(\beta + 1)$ உண்டாகிறது. வெளியீட்டு அகத்தடை பொது அடிவாய்ச் சுற்றுவழியின் உள்ளீட்டு அகத்தடையின் மதிப்பாகும். ஆகவே இது மிகக் குறைந்த மதிப்புடையதாகிறது. மும்முனைக் குறைகடத்தி மின்மிகைப்பிச் சுற்றுவழியில் உள்ளீட்டு அகத்தடை அதிகமாக வேண்டிய சமயம் உமிழ்வான் பின்னோடிச் சுற்றுவழியை உபயோகப்படுத்துவார்கள். மேலும் வெளியீட்டு அகத்தடை குறைவாக இருக்கவேண்டிய இடங்களிலும் இச் சுற்றுவழியை உபயோகப்படுத்துவார்கள்.

படம் 15 (b) டார்லிங்டன் இணைப்பைக் குறிக்கிறது. இதில் அதிக மின்னோட்ட இலாபமுண்டாகிறது. Q_2-ன் அடிவாய் மின்னோட்டம் Q_1-ன் உமிழ்வான் மின்னோட்டமாகும். இந்த டிரான்ஸிஸ்டர்களின் பொது உமிழ்வான் மின்னோட்ட இலாபங்கள் முறையே β_1, β_2 ஆக இருந்தால் மொத்தக் குறுக்கிணைப்பு மின்னோட்ட இலாபம் $\beta_1 \times \beta_2$ ஆகிறது. ஆனால் உமிழ்வானுக்கும் சேமிப்பானுக்கும் இடையே உள்ள தடையின் மதிப்பு $r_{ie1} + (1+\beta_1) r_{e2}$. ஆகவே தடையும் அதிகமாகிறது. வெளியீட்டு அகத் தடை r_{oe1}-ம், $\frac{r_{oe2}}{\beta + 1}$ இணைந்த மதிப்பு ஆகும். ஆகவே மிகவும் குறைந்து விடுகிறது. டார்லிங்டன் இணைப்பை உமிழ்வான் பின்னோடியாக உபயோகிக்கும்பொழுது உள்ளீட்டு அகத்தடை மிக மிக அதிகமாகி விடுகிறது. ஆகவே, எங்கு உள்ளீட்டு அகத் தடை அதிகமாகவும், வெளியீட்டு அகத் தடை குறைவாகவும் இருந்து மின்னழுத்த இலாபமும் வேண்டுமோ அங்கு டார்லிங்டன் இணைப்பை உபயோகப்படுத்தலாம்.

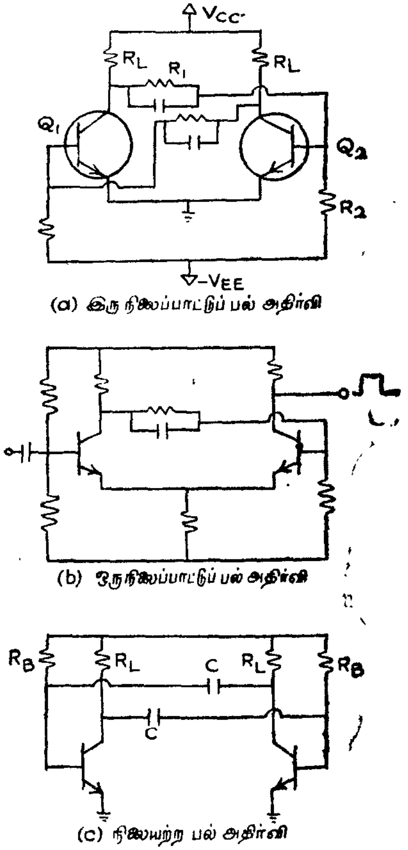
படம் 15 (c) காஸ்கோடு இணைப்பு ஆகும். இதில் Q_1-ன் சுமை, Q_2-ன் பொது அடிவாய் இணைப்பின் அகத்தடை ஆகும். இது மிகக் குறைவு. ஆகவே Q_1-ன் மின்னோட்ட இலாபம் β_1 என்றே எடுத்துக்கொள்ளலாம். Q_2 பொது அடிவாய் இணைப்பிலிருப்பதால் அதன் மின்னோட்ட இலாபம் α_2 (ஒன்றைவிடக் குறைவு). ஆக, மொத்த மின்னோட்ட இலாபம் $\alpha_2 \beta_1$. உள்ளீட்டு அகத்தடை Q_1 பொது உமிழ்வான் அமைப்பிலிருப்பதால் 1000

முதல் 2000 ஓம் வரை இருக்கும். வெளியீட்டு அகத் தடை Q_2 பொது அடிவாய் அமைப்பிலிருப்பதால் மிக அதிகமாகிறது. ஆகவே, வானொலி அலைவரிசைகளில் இசைவு மின் மிகைப்பி அலகுகளில் சுமாரான உள்ளீட்டு அகத் தடையும் மிக அதிக வெளியீட்டு அகத் தடையும் வேண்டிய இடங்களில் இந்த இணைப்பை உபயோகப்படுத்தலாம்.

படம் 15 (*d*) -ல் உள்ள இணைப்பு நேர்மின் மிகைப்பிகளில் உபயோகப்படுகிறது. இங்கு உமிழ்வான்கள் இணைப்பில் ஓர் அதிக மதிப்புள்ள தடை R_E உள்ளது. Q_1, Q_2 ஆகிய மும்முனைக் குறைகடத்திகளுக்குச் சிறப்பியல்பு, பண்பு இயல்புப் பொருத்தங்கள் உடையனவாயின்; v_1, v_2 ஆகிய உள்ளீடுகள் ஒரே கட்ட அலைகளாயின், அவைகளால் உண்டாகும் மின்னோட்டங்களும் ஒரே கட்டமுள்ளவையாகி, R_L -ல் சேர்ந்து பாயும். ஆகவே R_E -ல் உண்டாகும் எதிர்ப் பின்னூட்ட மின்னழுத்த மதிகமாகி, மின்னழுத்த இலாபத்தைக் குறைக்கும். ஆகவே V_{o1}, V_{o2} ஆகியவைகளின் மதிப்பும் குறையும். V_1, V_2 ஆகியவை, எதிர்க் கட்ட அலைகளாக இருப்பின் இவைகளால் R_E-ல் உண்டாகும் மின்னோட்டங்கள் ஒன்றை ஒன்று எதிர்த்துக் கொள்ளும். மின்னோட்டங்கள் ஒரே மதிப்புள்ளனவாயின் R_E-ல் மின்னழுத்த வேறுபாடு பூச்சியமாகிவிடும். இதனால் மின் அலகுகளின் மின்னழுத்த இலாபம் அதிகமாகிவிடும். ஏனென்றால், பின்னூட்டமில்லை. இப்பொழுது 1, 2 என்ற முனைகளின் அழுத்த வேறுபாட்டை ஆராய்ந்தால் இது எதிர்க் கட்ட உள்ளீட்டிற்கு இரட்டிக்கும்; நேர்க்கட்ட உள்ளீட்டிற்குப் பூச்சியமாகிவிடும். ஆகவே V_1, V_2 எதிர்க் கட்டமாகும்பொழுது V_{12}-ல் மின்னழுத்த வேறுபாடு உண்டாகும். நேர்க்கட்டமாகும்பொழுது மின்னழுத்த வேறுபாடு உண்டாகாது. ஆகவே, மின் நிரப்பிகளின் வயதின் காரணமாக உண்டாகும் மாறுதல்கள் இரு மும்முனைக் கடத்திகளையும் ஒரே கட்டத்தில் இயக்குவதால் V_{12}-ல் இம் மாறுதல் மின்னழுத்தமுண்டாக்காது. நேரிணைப்பின் ஒரு முக்கியக் குறையை இவ்விணைப்பின் மூலம் தடுக்கலாம். V_1 மட்டுமே இருப்பதாகக் கொள்வோம். இதனால் V_{o1}, V_{o2} ஆகியஇரண்டுமே மாறுதலடையும். ஏனென்றால் V_1 ஆல் வரும் மின்னோட்ட மாறுதல் R_E-ல் வருவதால், அது Q_2-ன் உமிழ்வான் நிலை மாறி Q_2-லும் மின்னோட்ட மாறுதல் உண்டாக்கும். R_E அற்ற நிலையில் Q_1, Q_2 இந்த அலகுகளைத் தனித்தனியாக இயக்குகையில் அவைகளின் மின்னழுத்த இலாபம் A_v என்று கொள்வோம். V_1, V_2 ஆகியவைகளின் மதிப்பு ஒரே அளவாக இருப்பின் $\frac{V_{12}}{V_1 - V_2}$. வேறுபாட்டு மின்னழுத்த இலாபம் A_v ஆகும். V_1

மட்டுமே இருந்தால் வேறுபாட்டு மின்னழுத்த இலாபம் $\frac{A_v}{2}$ ஆகும். இங்கு நேரிணைப்பின் முதல் சுற்று வழியின் நகர்வே மிக முக்கியம் ஆகும். அதை வேறுபாட்டு இணைப்பின் மூலம் மிகவும் குறைத்து, மின்னழுத்த இலாபத்தையும் அதிகமாக்கிக் கொண்டால், மற்ற மின் அலகுகளின் நகர்வை நாம் ஒதுக்கி விடலாம்.

மும்முனைக் குறைகடத்திகளைப் பல் அதிர்விகளாக உபயோகப்படுத்துவதையும் பார்க்கலாம். குறைகடத்தியை மின்மிகைப்பியாக உபயோகப்படுத்த ஒன்று தடுப்படுக்கு முன்னேக்கு மின்னழுத்தத்திலும், மற்றொன்று பின்னேக்க மின்னழுத்திலும் இருக்க வேண்டும் என்று கண்டோம். இரண்டு தடுப்படுக்குகளும் பின்னேக்க மின்னழுத்தத்திலிருந்தால் அப்பொழுது மின்னோட்டம் மிகவும் குறைந்து விடும். அதாவது மும்முனைக் குறைகடத்தி ஒரு திறந்த சுற்றுவழியாகி விடும். இது ஜெர்மானியம் கருவியில் V_{be}, 0·1 வோல்டுக்கு அதிகமானாலும், ஸிலிகானில் 0 வோல்ட்டுக்கு அதிகமானாலும் ஏற்படும் நிகழ்ச்சி ஆகும். அதே போல் இரண்டு தடுப்படுக்குகளும் முன்னேக்கச் சார்பிலிருந்தால் உமிழ்வான் சேமிப்பான் மின்னழுத்த வேற்றுமை ஜெர்மானியக் கருவியில் 0·1 வோல்ட்; ஸிலிகான் கருவியில் 0·3 வோல்ட் மதிப்பிலமைந்துவிடும். ஆகவே, இக் கருவி இணைப்பு அல்லது குறுகிய சுற்றுவழியாக மாறிவிடும். அதாவது குறைகடத்திக் கருவி கிட்டத்தட்ட ஓர் இணைப்பியைப் போலவே பயன்படுகிறது.



(a) இரு நிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்வி

(b) ஒரு நிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்வி

(c) நிலையற்ற பல் அதிர்வி

படம் 14—16.

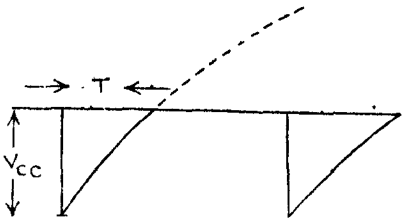
பல பல் அதிர்விச் சுற்றுவழிகள்

பல பல் அதிர்விச் சுற்றுவழிகள் 13-ம் படத்தில் காட்டப் பட்டிருக்கின்றன. இவைகளின் நடப்பை வெற்றிடக் குழல்களின் ஆராய்ச்சியைப் போலவே செய்து அறியலாம். படம்-13 (*a*)-ல் Q_1 அல்லது Q_2 மின்கடத்தியாக இருக்கும். இரண்டும் மின்கடத்திகளாகவோ அல்லது காப்பிகளாகவோ இருக்க முடியாது. Q_1 கடத்தியாக இருக்கட்டும். அப்பொழுது அதன் சேமிப்பான் மின்னழுத்தம் 0 ஆக இருக்கும். ஆகவே Q_2-ன் அடிவாய் மின்னழுத்தம் $-V_{EE}\frac{R_1}{R_1+R_2}$. இது, — 0·1 ஐ விடக் குறைவாக இருப்பின் Q_2 காப்பியாகிவிடும். Q_2 காப்பியாக இருக்கையில் அதன் சேமிப்பான் மின்னழுத்தம் V_{cc} ஆகும். ஆகவே Q_1 அடிவாய் மின்னழுத்தம் V_B என்றால் $V_B = \frac{(V_c + V_{EE})R_2}{R_L + R_1 + R_2} - V_{EE}$. இது, அடிவாய் இணைப்பை எடுத்தால் + 1 வோல்டுக்கு மேலிருக்கவேண்டும்.

இதனால் வரும் அடிவாய் மின்னோட்டம் $= \frac{V_B}{\frac{R_2(R_1+R_L)}{R_2+R_1+R_L}+r_{ie}} = I_b$.

சேமிப்பான் மின்னோட்டம் $= \frac{V_{cc}}{R_L} = I_c$. I_c, $h_{FE} I_b$ ஐ விடக் குறைவாக இருக்கவேண்டும். இதுதான் முக்கிய நிபந்தனை ஆகும்.

இப்பொழுது நிலையற்ற பல் அதிர்வியை ஆராய்வோம். இங்குக் கடத்தியாகும் மும்முனைக் கருவியின் மின்னழுத்த வேற்றுமையை *O* என்றும், காப்பியாயின் V_{cc} என்றும் கொள்வோம். காப்பி, கடத்தியாகும்பொழுது உண்டாகும் மின்னழுத்த வேற்றுமையான V_{cc} அடுத்த மும்முனைக் குறைகடத்தியின் அடிவாய்க்கு வருகிறது.



படம் 14—17.

நிலையற்ற பல் அதிர்வி அடிவாய் வரிவடிவம்

இந்த மின்னழுத்தத்தால் அக்கருவி காப்பியாகிறது. ஆனால் கொண்மி இப் புது நிலைக்கு ஏற்றவாறு மின்னேற்றமடைகிறது. அதனால் அடிவாயின் மின்னழுத்தம் குறைந்து கொண்டே போய் + 0·3 ஆக வரும்பொழுது கருவியைக் கடத்தியாக்குகிறது. இந்த இடை நேரத்தைக் கணக்கிடலாம்

இதன் தோராய மதிப்பு $CR^B\, l_n\, 2 = 0\ 69\ CR_B$. ஆனால் நிலை மாற்றம் ஏற்பட, தட மின்னழுத்த இலாபம் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டிருக்கவேண்டும். கடத்தியாகும் டிரான்ஸிஸ்டரின் சேமிப்பான் மின்னோட்டம் $\frac{V_{ce}}{R_L}$; அடிவாய் மின்னோட்டம் $\frac{V_{ce}}{R}$; இவைகளின் விகிதம் h_{fe} ஐ விடக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். அதாவது $R < h_{fe} R_L$. அப்பொழுதுதான் இப் பல் அதிர்வி ஒழுங்காக வேலை செய்யும். மற்றொன்றையும் இங்குக் கவனிக்கவேண்டும். நிலை மாற்ற மேற்படும்பொழுது அடிவாய் உமிழ்வான் தடுப்படுக்கில் V_{ce} பின்னோக்க மின்னழுத்தம் உண்டாகிறது. அது அதிகமானால் குறைகடத்திக் கருவி கெட்டுப்போய்விடும். ஆகவே இதன் மதிப்பு குறைகடத்தி உமிழ்வான் அடிவாய்ப் பின்னோக்க முறிவு மின்னழுத்தத்தை விடக் குறைவாகவே இருக்கவேண்டும். இதுவே மும்முனைக் குறைகடத்திப் பல் அதிர்விகளிலிருந்து வெளிவரும் மின்னழுத்தத்தின் அதிக வீச்சைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

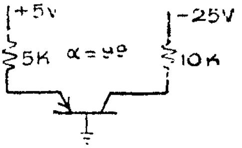
பிரச்சினைகள்

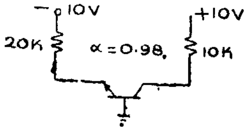
1. கீழ்க்கண்ட சுற்றுவழிகளில் I_C, I_B, I_E, V_{CB} ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

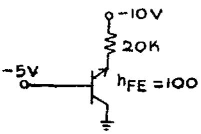
$I_E = \frac{5V}{5K} = 1mA$. $I_C = \alpha I_E = 0{\cdot}99\ mA$.

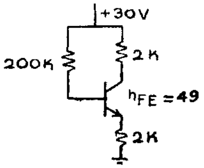
$I_B = (1 - \alpha)\, I_E = 10 \mu A$

$V_{CB} = -25 + 0{\cdot}99 \times 10 = -15{\cdot}1\ V$

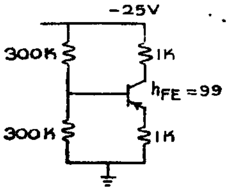




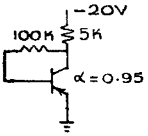




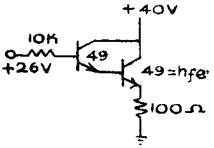
$I_E = 0{\cdot}5\ mA$	$I_E = 0{\cdot}25\ mA$	$I_E = 5\ mA$
$I_C = 0{\cdot}49\ mA$	$I_C = 0{\cdot}248\ mA$	$I_C = 4{\cdot}5\ mA$
$I_B = 10\ \mu A$	$I_B = 2{\cdot}5\ \mu A$	$I_B = 100\ \mu A$
$V_{CB} = 5{\cdot}1\ V$	$V_{CB} = 5\ V$	$V_{GB} = 10{\cdot}2\ V$



$I_E = 5{\cdot}05\ mA$
$I_c = 5\ mA$
$I_B = 50\ \mu A$
$V_{CB} = -14{\cdot}95\ V$



$I_E = 2\ mA$
$I_C = 1{\cdot}9\ mA$
$I_B = 100\ \mu A$
$V_{CB} = -10\ V$



$I_{E1} = I_{B2} = 5\ mA$
$I_{C1} = 4{\cdot}9\ mA$
$I_{C2} = 245\ mA$
$I_{B1} = 100\ \mu A$
$V_{CE} = 15\ V$

2. ஒரு திரிதடையத்தின் சிறப்பியல்புகள் பின்வருமாறு : $h_i = 2K$; $h_o = 10^{-4}$ ℧, $h_r = 10^{-3}$; $h_f = 50$. அதன் மூலத்தடை 600 Ω ; சுமைத்தடை = 600 Ω. இதன் மின்னோட்ட மிகைப்பு, மின்னழுத்த மிகைப்பு, உட்தடை, வெளியீட்டு உட்தடை ஆகியவைகளைக் கணக்கிடுக.

h சிறப்பியல்புகள் இப்பொழுது அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இவை மும்முனைக் குறைகடத்தியின் இயல்புக்கு ஏற்றவாறு கணிக்கப்படுகின்றன. மும்முனைக் குறைகடத்தியின் இயல்பு உமிழ்வான் மின்னோட்டத்திற்கும் சேமிப்பான் மின்னழுத்தத்திற்கும் ஏற்றவாறு அமைகிறது. ஆகவே சிறப்பியல்புகள் இந்த உறுப்புகளுக்கும் ஏற்றவாறு அமைகின்றன.

$$V_1 = h_i I_1 + h_r V_2$$

$$I_2 = h_f I_1 + h_o V_2$$

இதில், h_i, h_f என்பன வெளியீடு மின்னழுத்தம் பூச்சியமாக இருக்கையில் அளக்கப்படுகின்றன. அதேபோல் h_r, h_o உள்ளீடு திறந்திருக்கும்பொழுது (மின்னோட்டமில்லாமல்) அளக்கப்படுகின்றன. உள்ளீடு, V_s என்ற மின்னழுத்தமும், R_s என்ற அகத்தடையும் உடையதாக இருக்கட்டும் அப்பொழுது $V_1 = V_s - I_1 R_s$ வெளியீட்டில் தடை R_L இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அப்பொழுது

$$V_2 = -I_2 R_L.$$

$$V_s - I_1 R_s = h_i I_1 - h_r I_2 R_L$$

$$I_2 = h_f I_1 - h_o R_L I_2.$$

$$I_2 = \frac{h_f I_1}{1 + h_o R_c}$$

$$V_s = I_1 (R_s + h_i) - \frac{h_r h_f R_L}{1 + h_o R_L} I_1$$

$$\frac{V_s}{I_1} = R_s + h_i - \frac{h_r h_f R_L}{1 + h_o R_L} = \text{உள்ளீட்டுத் தடை}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{h_f}{1 + h_o R_L} = \text{மின்னோட்ட மிகைப்பு}$$

$$\frac{V_2}{V_s} = \frac{R_L h_f / (1 + h_o R_L)}{R_s + h_i - \frac{h_r h_f R_L}{1 + h_o R_L}} = \text{மின்னழுத்த மிகைப்பு}$$

$$R_o = \frac{1}{h_o - \frac{h_r h_f}{h_i + R_g}} = \text{வெளியீட்டு அகத் தடை}$$

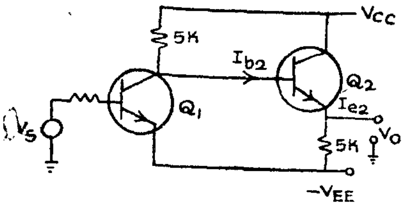
$$A_i = \text{மின்னோட்ட மிகைப்பு} = \frac{50}{1 + 10^{-4} \times 600} = 47$$

$$A_v = \frac{(50 \times 600) / 1 \cdot 06}{600 + 2000 - \frac{10^{-3} \times 50 \times 600}{1 \cdot 06}} = 11$$

$$R_i = 2000 - \frac{50 \times 10^{-3} \times 600}{1 \cdot 06} = 1972$$

$$R_0 = \frac{1}{10^{-4} - \frac{10^{-3} \times 50}{2600}} = 12400$$

3. கீழே உள்ள படத்திலுள்ள மும்முனைக் குறைகடத்திகளின் சிறப்பியல்புகள் வருமாறு: $Q_1 = h_{ie} = 2K$, $h_{fe} = 50$; $h_{re} = 6 \times 10^{-4}$; $h_{oe} = 25 \times 10^{-6}$ ℧; Q_2; $h_{ic} = 2K$; $h_{fc} = -51$; $h_{rc} = 1$; $h_{oc} = 25 \times 10^{-6}$ ℧.



உட்தடை, வெளித்தடை, ஒவ்வோர் அலகின் மின்னழுத்த மின்னோட்ட மிகைப்புகள், மொத்த மின்னழுத்த, மின்னோட்ட மிகைப்புகள் ஆகியவைகளைக் கணக்கிடவேண்டும்.

இரண்டாம் அலகு :

$$A_{I2} = \frac{I_{e2}}{I_{b2}} = \frac{-h_{fc}}{1 + h_{oc} R_{e2}} = \frac{51}{1 + 25 \times 10^{-6} \times 5000} = 45 \cdot 3$$

$$R_{i2} = h_{ic} + \frac{h_r h_f R_{e2}}{1 + h_o R_{e2}}$$

$$= 2 + 45 \cdot 3 \times 5 = 228 \cdot 5 \ K.$$

$$A_{V2} = A_{I2} \times \frac{R_L}{R_{i2}} = \frac{45 \cdot 3 \times 5}{228 \cdot 5} = 0 \cdot 99$$

முதல் அலகு :

$$R_{L1} = \frac{R_c \cdot R_{i2}}{R_c + R_{i2}} = \frac{5 \times 228 \cdot 5}{233 \cdot 5} = 4 \cdot 9 \ K.$$

$$A_{I1} = \frac{-h_{fe}}{1 + h_o R_{L1}} = \frac{50}{1 + 25 \times 10^{-6} \times 4900} = -44 \cdot 5$$

$$R_{i1} = h_{ie} + h_{re} A_{I1} R_{L1} = 2 - 6 \times 10^{-4} \times 44 \cdot 5 \times 4 \cdot 9 = 1 \cdot 87 K$$

$$A_{V1} = \frac{A_{I1} R_{L1}}{R_{i1}} = \frac{-44 \cdot 5 \times 4 \cdot 9}{1 \cdot 87} = -116 \cdot 6$$

$$R_{o1} = \frac{1}{h_o - \frac{h_f h_r}{R_i + R_s}} = 66 \cdot 7 \ K.$$

$$R_{s2} = R_{o1} \parallel R_c = \frac{66 \cdot 7 \times 5}{71 \cdot 7} = 4 \cdot 65 \ K$$

$$V_{o2} = h_{oc} - \frac{h_f h_r}{h_i + R_{s2}} = 25 \times 10^{-6} - \frac{(-51)(1)}{2 \times 10^3 + 4 \cdot 65 \times 10^3}$$

$$= 7 \cdot 7 \times 10^{-3} \ A/V.$$

$$R_{o2} = \frac{1}{7 \cdot 7 \times 10^{-3}} = 130 \ \Omega$$

$$R_o' = R_{o2} \parallel 5K = 127 \ \Omega$$

மொத்தச் சுற்றுவழி :

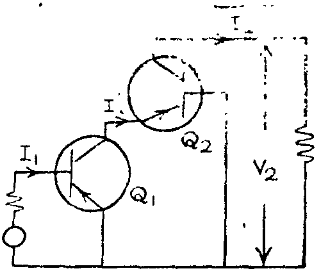
$$A_I = -\frac{I_{e2}}{I_1} = \frac{I_{e2}}{I_{b2}} \cdot \frac{I_{b2}}{I_{c1}} \times$$

$$= 45 \cdot 3 \times (-44 \cdot 5) \times \frac{5}{228 \cdot 5 + 5} = -43 \cdot 2$$

$$A_V = A_{V2} \cdot A_{V1} = 0{\cdot}99 \times (-116{\cdot}6) = -115$$

$$A_{Vs} = A_V \times \frac{R_{i1}}{R_s + R_{i1}} = -\frac{115 \times 1{\cdot}87}{1{\cdot}87 + 1} = -75{\cdot}3$$

4. கீழே உள்ள அமைப்பின் இணைமாற்றிச் சிறப்பியல்பு களைக் கணக்கிடுக. $V_2 = 0$; இதைக் கொண்டு h_i, h_f கணக்கிட லாம் $V_2 = 0$ என்றால், $\frac{I_2}{I'} = h_{f2}$; Q_2-ன், h , Q_1-ன் சுமையாகும். Q_2 பொது அடிவாய் அமைப்பிலிருப் பதால் h_{i2}, 20 Ω மதிப்பிலிருக்கும். அதை 0 என்றே கொள்ளலாம். அதாவது Q_1-ன் வெளியீட்டில் மாறு மின்னழுத்தம் இல்லை. அப் பொழுது $\frac{I'}{I_1} = h_{f1}$.



$$\therefore \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{I_2}{I'} \times \frac{I'}{I_1} = h_{f1} \cdot h_{f2}.$$

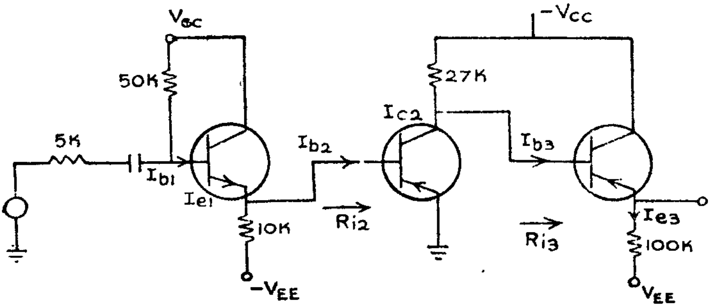
உள்ளீட்டின் அகத்தடை சேமிப்பானில் சுமை குறைவாக இருப்பதால் h_{i1} ஆகும்.

$I_1 = 0$ என்றால், h_o, h_r ஆகியவைகளைக் கணக்கிடலாம். $I_1 = 0$ என்றால் Q_2-ன் சைகையின் தடை $1/h_{o1}$. இது 40000 ஆக இருப்பின் இணைப்பு வெட்டு என்று கருதலாம். ஆகவே V_2-ன் உட்தடை $1/h_{o2}$ ஆகும்.

வெளியீட்டில் V_2, Q_2-ன் உள்ளீட்டில் $h_{r2}\, V_2$ ஆக வரும். இது Q_1-ன் உள்ளீட்டில் h_{r1}. $h_{r2}\, V_2$ ஆக வரும். ஆகவே இவ்வமைப்பின் $h_i = h_{i1}$; $h_r = h_{r1}$. h_{r2}; $h_o = h_{o2}$; $h_f = h_{f1}\, h_{f2}$.

5. அடுத்த பக்கத்தில் உள்ள படத்தில் உபயோகப்படுத்தப் படும் மும்முனைக் குறைகடத்திகள் கீழேயுள்ள சிறப்பியல்புகளை உடையவை.

சிறப் பியல்பு	பொது அடிவாய்	பொது சேமிப்பான்	பொது உமிழ்வான்
h_i	1100 Ω	1100 Ω	21·6
h_r	$2{\cdot}5 \times 10^{-4}$	1	$2{\cdot}9 \times 10^{-4}$
h_f	50	— 51	— 0·98
h_o	25 μ A/V	25 μ A/V	·49 μ A/V



$$Q_3 : \frac{I_{e3}}{I_{b3}} = \frac{-51}{1 + 25 \times 10^{-6} \times 100000} = \frac{-51}{3\cdot5}$$

$$R_{o3} = \cfrac{1}{25 \times 10^{-6} + \cfrac{1 \times 51}{1100 + \cfrac{27000 \times 40000}{67000}}}$$

$$R_{i3} = 1100 + \frac{1 \times 51 \times 100000}{1 + 25 \times 10^{-6} \times 100000}$$

$$= 1100 + \frac{5100000}{3\cdot5}$$

$R_{L2} = 27\,K \parallel R_{i3}$.

இதனின்றும் R_{i2} கணக்கிடலாம்.

$R_{L1} = 10K \parallel R_{i2}$.

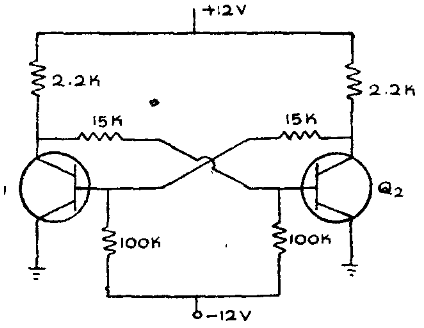
இதனின்று R_{i1} கணக்கிடலாம். உள்ளீட்டுத்தடை $R_{i1} \parallel 50K$.

$$A_I = \frac{I_{e3}}{I_s} = \frac{I_{e3}}{I_{b3}} \times \frac{I_{b3}}{I_{c2}} \times \frac{I_{c2}}{I_{b2}} \times \frac{I_{b2}}{I_{e1}} \times \frac{I_{e1}}{I_{b1}} \times \frac{I_{b1}}{I_s}$$

$V_i = V_s - I_s R_{i1}$.

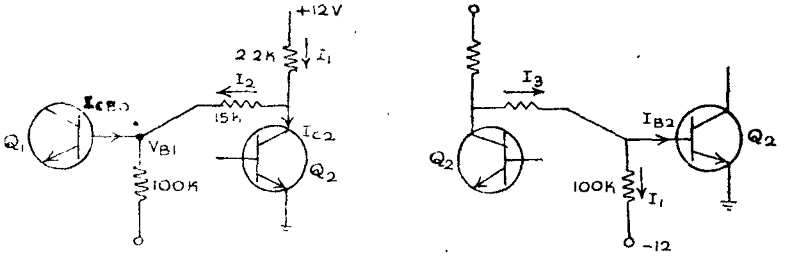
$$\frac{V_o}{V_s} = A_{v3} \,.\, A_{v2} \,.\, A_{v1} \,.\, \times \frac{V_i}{V_s}$$

இவ்வாறு கணக்கிடலாம்.



6. இரு மின் நிரப்பு இரு நிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்வியின் படம் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதன் மும்முனைக் குறைகடத்தியின் கடத்து நிலை, காப்பு நிலைகளின் மின்னழுத்தங்களைக் கணக்கிடுக.

T_1 காப்பு நிலையிலிருப்பதாகக் கொள்வோம்.



அப்பொழுதைய இணைமாற்றுச் சுற்று வழிகள் மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. Q_2 கடத்தியாகும் பொழுது அதன் மின்னழுத்தம்; $V_{CE} = 0\;3\;V$—ஆகவே $V_{B_1} = \frac{12\cdot3 \times 15 + 0\cdot3}{100 + 15}$ $= -1\cdot6 + 0\cdot3 = -1\cdot3\,V$. எதிர்ப்பக்க மின்னழுத்தம் V_{BE} ஜெர்மானியத்திற்கு $0\cdot1\,V$-ம், ஸிலிகானுக்கு $0\,V$-ம் இருந்தாலே மும்முனைக் கருவி காப்பியாகிவிடும். இப்பொழுது $1\cdot3\,V$ இருப்பதால் நிச்சயம் காப்பியாகும். இப்பொழுது கடத்தியாயிருக்கும் மும்முனைக் கருவி திகட்டிய நிலையில் இருக்கிறதா என்று பார்க்க வேண்டும். திகட்டிய நிலையில் அதன் சேமிப்பான்மின்னோட்டம் அடிவாய் மின்னோட்டத்தின் h_f மடங்கை விடக் குறைவாக இருக்கவேண்டும்.

$$I_1 = \frac{12 - 0\cdot3}{2\cdot2} = 5\cdot32\, mA$$

$$I_2 = \frac{12\cdot3}{100 + 15} = \cdot11\square\, mA,$$

$$I_{C_2} = I_1 - I_2 = 5\cdot32 - 0\cdot11 = 5\cdot21\, mA.$$

$h_f = 20$; ஆகவே I_{B2} ஆனது $\frac{5\cdot21}{20} = \cdot26\ mA$ ஐ விட அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.

$$I_3 = \frac{12 - 0.7}{2.2 + 15} = 0.66\ mA.$$

$$I_4 = \frac{-12 - 0.7}{100} = 0.127\ mA.$$

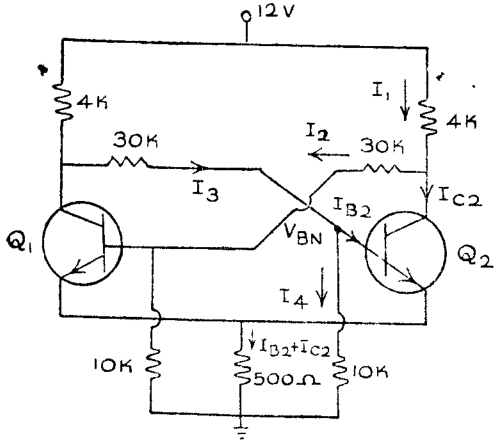
ஆகவே $I_{B2} = I_3 - I_4 = 0.66 - 0.127 = \cdot533\ mA$. இது 0·26 ஐ விட அதிகம். ஆகவே Q_2 திகட்டிய நிலையில் இருக்கிறது.

$$V_{CE1} = 12 - I_3 \times 2.2 \approx 10.5\ V$$

தெவிட்டிய நிலையில் மின்னழுத்தங்கள்

	V_{CE}	V_{BE}
சிலிகான்	0·3V	0·7 V
ஜெர்மானியம்	0·1V	0·3 V

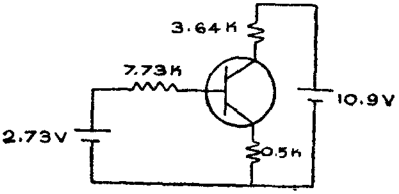
7. உமிழ்வானில் தடை வைத்து ஒரு மின் நிரப்பி கொண்டு இருநிலைப்பாட்டுப் பல் அதிர்விச் சுற்றுவழி அமைக்கலாம்.



இச் சுற்றுவழியின் ஒருநிலைப்பாட்டில் மின்னோட்டங்களையும் மின்னழுத்தங்களையும் ஆராய்க. Q_1 காப்பியாக இருக்கட்டும். Q_2 ஐ எடுத்துக்கொண்டு, தெவெனின் தேற்றம் கொண்டு, அதன்

இணைமாற்று மின்நிரப்பியின் மின்னழுத்தம், தடை ஆகியவை களைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இவை முறையே $\frac{12 \times 40}{44} = 10{\cdot}9\ V$; $\frac{4 \times 40}{44} = 3{\cdot}64\ K$ ஆகும்.

அதேபோல், அடிவாயில் $\frac{12\times10}{44} = 2{\cdot}73\ V$; $\frac{10\times34}{44} = 7{\cdot}73K$. ஆகும்.



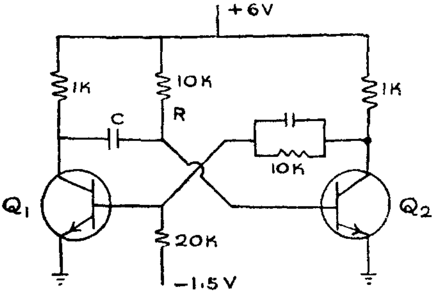
ஜெர்மானியக் கருவி யாயின் திகட்டிய நிலையில் $V_{BE} = 0{\cdot}3\ V$; $V_{CE} = 0{\cdot}1\ V$.

$$10{\cdot}9 - 0{\cdot}1 + I_{B2}\,(0{\cdot}5) + I_{C2}\,(3{\cdot}64 + 0{\cdot}5) = 0$$
$$2{\cdot}73 - 0{\cdot}3 + I_{B2}\,(7{\cdot}73 + 0{\cdot}5) + I_{C2}\,(0{\cdot}5) = 0$$

மேற்கண்ட சமன்பாடுகளிலிருந்து $I_{B2} = 0{\cdot}138\ mA$; $I_{C2} = 2{\cdot}59\ mA$.

$h_F = \frac{2{\cdot}59}{0{\cdot}138} = 18{\cdot}8$. இது மும்முனைக் கருவியின் மின் மிகைப்பு நிலையிலுள்ள h_f ஐ விடக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். மின்னழுத்தங்களைக் கணக்கிடலாம்.

$$V_{EN} = (I_{B2} + I_{C2})\,R_E = (0{\cdot}138 + 2{\cdot}59)\,0{\cdot}5 = 1{\cdot}36\ V$$
$$V_{CN2} = V_{CE2} + V_{EN} = 1{\cdot}36 + 0{\cdot}1 = 1{\cdot}46\ V$$
$$V_{BN2} = V_{BE2} + V_{EN} = 0{\cdot}3 + 1{\cdot}36 = 1{\cdot}66\ V$$
$$V_{BN1} = V_{CN2} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 1{\cdot}46 \times \frac{10}{40} = +0{\cdot}37\ V$$



$$V_{BL1} = V_{BN1} - V_{EN}$$
$$= 0{\cdot}37 - 1{\cdot}36 = -0{\cdot}99\ V$$
$$V_{CN1} = 10{\cdot}8\ V.$$

8. ஒரு நிலைபாட்டுப் பல் அதிர்வியின் சுற்றுவழி கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதன் ஒரு நிலைபாட்டுத் தன்மையை ஆராய்க.

நிலைபாட்டு நிலை : இதில் Q_2 கடத்தியாகவும் Q_1 காப்பி யாகவும் இருக்கிறது. $I_{B2} = \frac{6 - 0 \cdot 3}{10\,K} = \cdot 57\ mA.$

$$I_{C2} = \frac{6 - 0 \cdot 1}{1\,K} = 5 \cdot 9\ mA.$$

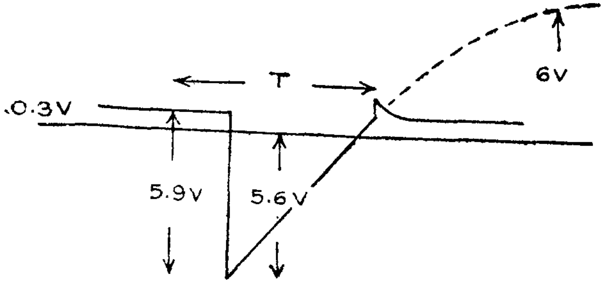
$$\frac{I_{C2}}{I_{B2}} < h_{fE}.$$

$$V_{BE_1} = (0 \cdot 1 + 1 \cdot 5)\frac{20}{30} - 1 \cdot 5 = -\cdot 43\ V$$

ஆகவே காப்பி நிலை.

Q_1 கடத்தியாகும்பொழுது : அதன் சுமையில் மின்னழுத்தம் $(6 - 0 \cdot 1)V$.

மின்னோட்டம் $= \frac{5 \cdot 9}{1} = 5 \cdot 9\ mA.$



$$V_{BE_1} = 0 \cdot 3\ V.$$

$$V_{CE2} = (6 - 0 \cdot 3) \times \frac{10}{11} + 0 \cdot 3$$

$$= 5 \cdot 5\ V.$$

ஆகவே வீச்சு $= 5 \cdot 5 - 0 \cdot 1 = 5 \cdot 4\ V.$

$$I_{B1} = \frac{6 - 0 \cdot 3}{11} - \frac{1 \cdot 8}{20} = \cdot 52 - \cdot 09 = \cdot 43\ mA.$$

$$\frac{I_{C1}}{I_{B1}} = \frac{5 \cdot 9}{\cdot 43} < h_{FE}.$$

நீள் சதுர அலையின் நேரம் $= 11 \cdot 6\, e^{-T/RC} = 5 \cdot 7$

அதாவது $e^{T/RC} \approx 2.$

$T = RC\, l_n 2 = \cdot 69\, RC$

$T = 100\mu$ sec. $C = \dfrac{100 \times 10^{-6}}{\cdot 69 \times 10000} = \mathbf{15000}\, pF.$

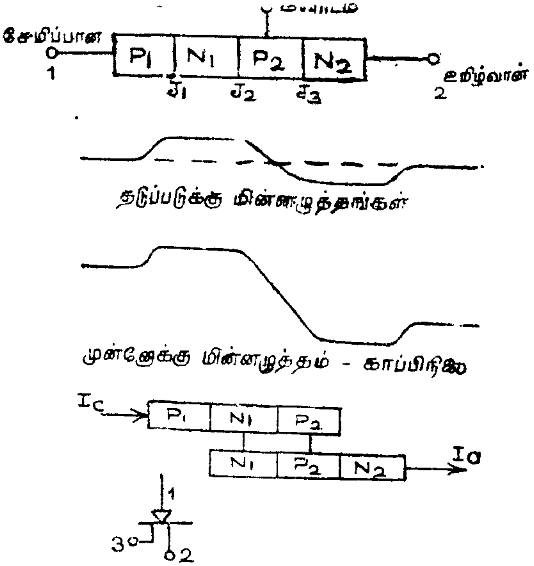
9. நிலையற்ற பல் அதிர்வியையும் மேலே கூறியதுபோல ஆராயலாம். இதில் சேமிப்பான் சுமைகள் $2K$. அடிவாய்த் தடைகள் $20K$. $V_{CC} = 12V$. 5000 Hz சதுர அலைவுகளையுடைய என்ன கொண்மியை உபயோகிக்க வேண்டும் ?

குறிப்புப் புத்தகங்கள் :

J. Millman & H. Taub : Pulse, digital and switching wave forms : Mc Graw Hill Koga Kusha Ltd.

15. சில சிறப்புக் குறைகடத்திகள்

குறைகடத்திக் கட்டுப்பாட்டு மின்திருத்தி : நான்கு படலமுள்ள முச்சந்திக் குறைகடத்தியைக் கவனிப்போம். ஒவ்வொரு சந்திப்பிலும் தடுப்படுக்கு உண்டாகி, அதனுல் தடுப்பு மின்னழுத்தம் உண்டாகும். வெளி மின்னழுத்தம் பூச்சியமாக இருப்பின் J_2-ல் உண்டாகும் தடுப்பு மின்னழுத்தம் அதிகமாகவே இருக்கும்.



படம் 15—1.

முன்னேக்க மின்னழுத்தம்

இப்பொழுது இணைப்பு 1 ஐ நேர்மின் முனைக்கும், 2 ஐ எதிர்மின் முனைக்கும் இணைத்து, மின்னழுத்த வேறுபாட்டை உண்டாக்கலாம். வெளியில் கொடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தம் J_2 தடுப்படுக்கிலேயே தாங்கப்படும். நான்கு படலக் கருவியை

இரண்டு மும்முனைக் கருவிகளின் இணைப்பாகக் கருதலாம். ஒன்று PNP வகை ; மற்றது NPN வகை. வெளியிலிருந்து வரும் மின்னோட்டம் I_a இரண்டு கருவிகளுக்கும் உமிழ்வான் மின்னோட்டமாக அமைகிறது. ஆனால் ஒன்றின் அடிவாய் மின்னோட்டம் மற்றதன் சேமிப்பான் மின்னோட்டம் ஆகும். 1என்ற குறி PNP கருவியையும், 2 என்ற குறி NPN கருவியையும் குறிப்பதாகக் கொள்வோம்.

அப்பொழுது $I_{B1} = I_{c2}$; $I_{c1} = I_{B2}$

$$I_a (1 - \alpha_1) - I_{co1} = \alpha_2 I_a + I_{co2}$$

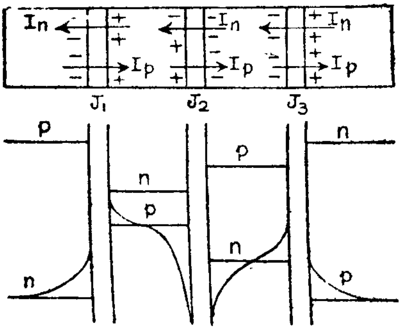
அல்லது $I_a (1 - \alpha_1 - \alpha_2) = I_{co1} + I_{co2}$.

$$I_a = \frac{I_{co1} + I_{co2}}{1 - \alpha_1 - \alpha_2}$$

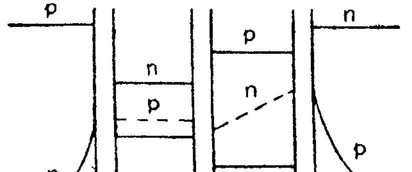
இப்பொழுது எதற்காக ஸிலிகான் கருவியை உபயோகப் படுத்தவேண்டும் என்று ஆராய்வோம். ஜெர்மானியத்தில் I_{co} மதிப்பு அதிகமாக இருக்கும். ஸிலிகானில் I_{co}-ன் மதிப்பு மிகக் குறைவு. ஆல்ஃபா மின்னோட்டத்திற்கு ஏற்றவாறு மாறுதலடையும். ஜெர்மானியக் கருவிகளில் மிகக் குறைந்த மின்னோட்டத்திலேயே ஆல்ஃபா அரைக்கும் மேலான மதிப்பை அடைந்து விடுகிறது. ஸிலிகானில் ஆல்ஃபா அரைக்கு மேலான மதிப்பை அடைய மின்னோட்டம் அதிகமாக இருக்க வேண்டும். ஆகவே ஸிலிகானை மாசின்றிச் சுத்தமாகத் தயாரிக்கும் முறை ஏற்பட்ட பின்னரே இந்தக் கருவிகளை நம்பிக்கையான நடத்தையுடன் வெளியிட முடிந்தது. வெளி மின்னழுத்தம் J_2 தடுப்படுக்கில் அடங்குவதால் பின்னோக்கு திகட்டிய மின்னோட்டம் இவ் வடுக்கில் பாய்கிறது. மின் ஊர்திகள் இந்தத் தடுப்பு மின்னழுத் தத்தால் முடுக்கப்படுகின்றன இதனால் மோதல் மூலம் மின் ஜோடிகள் தோன்ற வகையுண்டாகிறது. மின் ஜோடிகள் தோன்றுவதால் ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாகி ஆல்ஃபா வின் மதிப்பும் கூடுகிறது. $(\alpha_1 + \alpha_2)$-ன் மதிப்பு ஒன்றுக்கருகில் வரும்பொழுது மின்னோட்டம் அதிகமாகிக்கொண்டே போகிறது. $(\alpha_1 + \alpha_2)$ ஒன்றானால் மின்னோட்டம் எண்ணிலடங்காமல் போய்விடும். இது கணக்கியல்பு ஆகும். நடைமுறையில் இதன் பலன் வேறு மாதிரி இருக்கும். J_2 சந்திப்பில் எதிர் மின்னிகள் J_1 ஐ நோக்கியும், மின்துளைகள் J_3 ஐ நோக்கியும் செல்கின்றன. J_2 ஐ நோக்கிச் செல்லும் மின்துளிகள் J_2 ஐ அடைந்ததும் அதன் தடுப்பு மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கின்றன. இதனால் N_2-லிருந்து எதிர் மின்னிகள் J_3 ஐக் கடந்து J_2 ஐ நோக்கி வருகின்றன, அதேபோல் P_1-ல் உள்ள பெரும்பான்மை மின்துளைகள் J_2 ஐ நோக்கி வருகின்றன. இம்மின் ஊர்திகள் J_2 ஐ நோக்கி வர வர

அவைகளை வந்த வேகத்தில் J_2 சந்திப்பைக் கடத்தி எதிர்புறங்களுக்குத் தள்ளி விட்டால் தொல்லையில்லை ; மின்னோட்டமதிகமாகும் பொழுது J_2 ஐ நோக்கி வரும் ஊர்திகளின் எண்ணிக்கையை விட அதிகமாகலாம். அப்பொழுது J_2-ன் ஒரு புறம், J_1 லிருந்து மின்துளைகள் கூட்டமும், மற்றொரு புறம் J_3-லிருந்து வரும் எதிர்மின்னிகள் கூட்டமும் அமையும்.

இதனால் N_1, P_2 ஆகிய படலங்களில் மின்னேற்ற நடுநிலைமைத் தன்மை குறைகிறது. இதனை ஈடு கட்ட அவற்றுள் எதிர் மின்னேற்ற ஊர்திகள் பிறக்கின்றன. J_2 சந்திப்பில் ஓர் அகதிப் பிரச்சினை போன்ற நிலைமை ஏற்படுறது. அகதிகள் குறைந்த அளவில் வரும் பொழுது அவர்களை வந்தவுடனேயே பல இடங்களுக்கு அனுப்பமுடிகிறது. ஆனால் அதிக அளவில் வரும் பொழுது எல்லைப் புறங்களில் தேக்கமுண்டாகிறது. இத் தேக்கத்தால் சிறுபான்மை ஊர்திகளின் செறிவு, நடுநிலை அளவை விட அதிகமாகிவிடுகிறது. இதனால் பிறப்பிக்கப்பட்ட பெரும்பான்மை ஊர்திகள் T_2-ன் இரு புறங்களிலும் விரைந்து அதன் தடுப்பு மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கின்றன. இதனால் பெரும்பான்மை ஊர்திகள் தடுப்படுக்கைக் கடக்க வழியுண்டாகிறது. சிறுபான்மை ஊர்திகள் நகர்வும், பெரும்பான்மை ஊர்திகள் நகர்வும் ஒன்றாகி, ஒரு சமநிலை உண்டாகிறது. பெரும்பான்மை ஊர்திகளில் விரவல் உண்டாக, J_2 சந்திப்பும் முன்னோக்க மின்னழுத்தம் உடையதாக வேண்டும். ஆகவே இப்பொழுது மூன்று சந்திப்புகளும் முன்னோக்க மின்னழுத்தத்திலிருப்பதால் முனைகள் 1, 2 இடையே உள்ள மின்னழுத்தம் குறைந்து விடுகிறது. இதனை முறிவு என்கிறோம். முறிவு ஏற்படும் மின்னழுத்தத்தை அளக்க முடியும்.



(a) காப்புநிலை சிறுபான்மை ஊர்தி

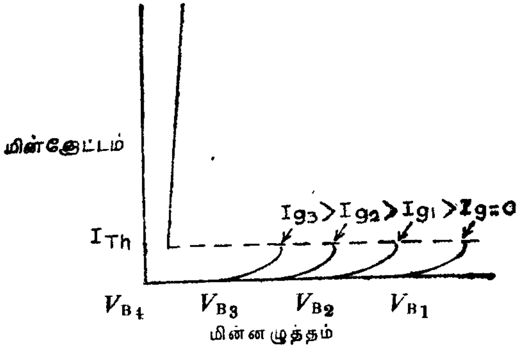


(b) கடத்தி நிலை

படம் 15—2.

முன்னோக்கில் காப்பித்தன்மை சந்திகளில் ஊர்திகளின் செறிவு

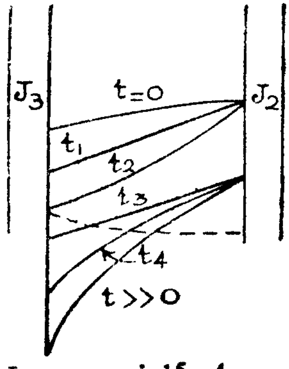
3 என்று குறிப்பிட்ட முனையைக் கதவு அல்லது கவாடம் எனலாம். அதனுள் மின்னோட்டம் பாய்ச்சினால் 1, 2 முனைகளுள்



படம் 15—3.
முன்னோக்கச் சிறப்பியல்பு

பாயும் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும். இதனால் α-க்களின் மதிப்பும் அதிகமாகிறது. ஆகவே முறிவு மின்னழுத்தம் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. I_g அதிகரிக்க, அதிகரிக்க முறிவு முறையே V_{B2}, V_{B3} V_{B4} ஆகிய மின்னழுத்தங்களில் ஏற்படுகிறது. வளிம மும்முனையத்தில் கம்பிவலையின் மின்னழுத்தம் முறிவு மின்னழுத்தைக் கட்டுப்படுத்துவது போல் இங்குக் கவாட மின்னோட்டம் முறிவு மின்னழுத்தத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

முறிவு ஏற்பட்டபின் கவாட மின்னோட்டத்தால் சேமிப்பான் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்த முடியாது. மறுபடியும் கட்டுப்பாட்டு நிலையை அடைவது எப்படி என்று பார்ப்போம் சேமிப்பான் மின்னோட்டத்தைக் குறைத்துக் கொண்டே வந்தால் சந்திப்புகளில் உமிழப்படும் ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை குறைந்து கொண்டே வருகிறது. I_{Th} என்ற மின்னோட்ட மடைந்தவுடன் J_2 சந்திப்பில் இருபுறம் பாயும் மின்னூர்திகளின் எண்ணிக்கையின் சமன்பாட்டு நிலை குலைவு படுகிறது. உதாரணமாக, P_2 -லிருந்து எதிர் மின்னிகள் ஈர்ப்பால் J_2 ஐக் கடக்கும். இதை ஈடு கட்ட J_3-லிருந்து வேண்டிய அளவு எதிர் மின்னிகள் J_2-க்கு வரவேண்டும். அதற்குத் தகுந்த மின்னோட்ட



படம் 15—4.
பயன் தொடக்க மின்னழுத்தத்தில் கடத்தி, காப்பி மாறுபாடு.

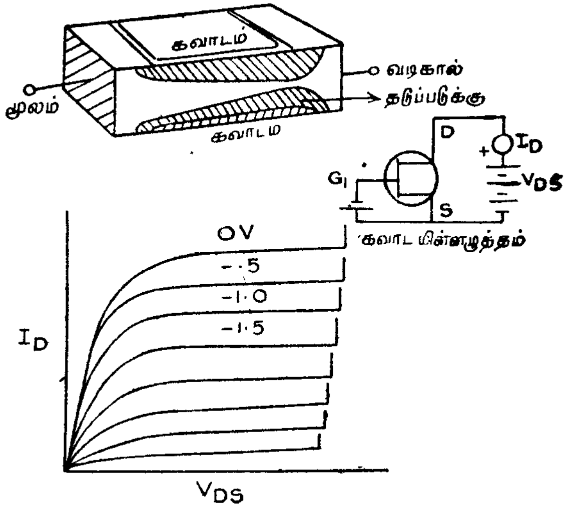
மடைய வேண்டும். இல்லையானல் J_2-ன் P_2 புறம் எதிர்மின்னி களின் செறிவு குறைந்து கொண்டே போகும். அப்பொழுது தடுப்படுக்கின் மின்னழுத்தம் அதிகமாகிக் கொண்டே போய் மின்ளேட்டத்தை நிறுத்திவிடும். அதாவது கட்டுப்பாடு உண் டாக்க மின்னேட்டம் I_{Th}-க்கும் குறைந்து விடவேண்டும்; அல்லது சேமிப்பான் மின்னழுத்தம் எதிர் மின்னழுத்தமாக வேண்டும். அப்பொழுது மின்னேட்டமே ஏற்படாது.

முதல் முனையை இரண்டாம் முனைக்கு எதிர் மின்னழுத்த மாக்கினல், அப்பொழுது J_1, J_3 ஆகிய தடுப்படுக்குகள் பின்னேக்கச் சார்பில் அமைகின்றன. அப்பொழுது இரண்டு சந்திப்புகள் பின்னேக்கச் சார்பாகின்றன. ஆக, மின்னேட்டம் ஏற்படாது. மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்க, இந்தச் சந்திப்புகளில் தடுப்பு மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும். பொதுவாக P_2 குறைந்த அகலமுள்ளதாக இருக்கும். ஆகவே, J_3 சந்திப்பில் அதில் துளையிடு முறிவு ஏற்படும். அப்பொழுது மற்ற மின்னழுத்தம் முழுவதும் J_1-ல் வரும். மின்னழுத்தம் அதிகமாக ஆக, ஜீனர் முறிவு ஏற்படும். ஆகவே பின்னேக்கு மின்னழுத்தத்தில் J_1, J_3 என்ற இரண்டு சந்திப்புக்களிலும் ஜீனர் முறிவு ஏற்படும் ; அல்லது ஒன்றில் துளையிடு முறிவும், பிறகு மற்றதில் ஜீனர் முறிவும் ஏற்படும். முறிவுக்குப் பின் கருவின் மின்னழுத்த வேற்றுமை நிலையாகிவிடும். முன்னேக்குப் போக்கைப் போல் மின்னழுத்தம் குறைந்துவிடாது.

ஆகவே, நாம் ஸிலிகான் கட்டுப்பாட்டுத் திருத்தியைப் பெயருக்கு ஏற்றுற்போல், கட்டுப்பாட்டுத் திருத்தியாக உபயோகிக்கலாம். வளிம மும்முனையத்திற்குப் பதிலாக, இங்கு முறிவு ஏற்படுத்தக் கவாட மின்னேட்டத்தையும், மின் கடத்தலை நிறுத்தச் சேமிப்பான் மின்னழுத்தத்தை எதிர்மின்னழுத்த மாக்கியும் பயன்படுத்துகிருர்கள்.

முன் அத்தியாயத்திலும் இந்த, அத்தியாயத்தில் மேலேயும் சொன்ன கருவிகளை இரு முனைச் சந்திப்பு மும்முனைக் கடத்திகள் என்று கூறலாம். இங்கு மின்னேட்டம், எதிர்மின்னி, மின் துளை ஆகியவைகளின் விரவல் நகர்வு மின்னேட் டங்களால் ஆகின்றது மேலும் அலைவெண் நடத்தை சிறு பான்மை ஊர்திகளின் ஆயுள் காலத்தைப் பொறுத்து இருக் கின்றது. இப்பொழுதுபெரும்பான்மை ஊர்திகளின் நடத்தையால் கட்டுப்படும் கருவிகளை ஆராயலாம். முதல் கருவி மின்புல பலம் மும்முனைக் குறைகடத்தியைக் கவனிக்கலாம். இக்குறைகடத் திக்குத் தவிர்ப்புப்பட்டை அகலம் அதிகமாக இருக்கும் பொருள்

களான ஸிலிகான், காட்மியம் ஸல்பைடு முதலியவை உபயோகப் படுகின்றன. உதாரணமாக, ஓர் அதிகத் தடையுள்ள

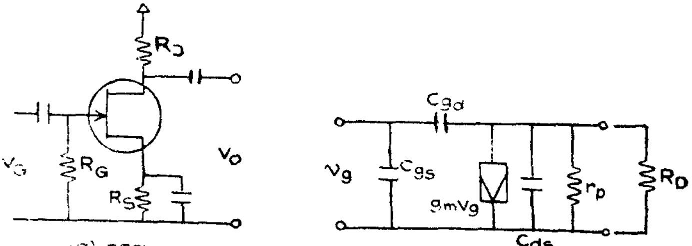


படம் 15—5.

ஒருமுனைவு மின்புலபலன் மும்முனைக் குறைகடத்தி

N வகை மாசு குறைகடத்தியை எடுத்துக்கொள்வோம். அதன் வயிற்றைச் சுற்றி அதிக மாசுள்ள *P* வகைக் குறைகடத்தி வளையம் அமைப்போம். இந்த *P* வகைக் குறைகடத்தியைக் கவாடம் என அழைக்கலாம் *N* வகை வாய்க்காலின் ஒரு முனையை மூலம் (source) என்றும், மற்றொரு முனையை வடிகால் (drain) என்றும் அழைக்கலாம். இப்பொழுது வடிகாலை மூலத்திற்கு நேர் மின்னாக்கினால், அதிகத் தடையுள்ள வாய்க்காலில் மின்னோட்டமுண்டாகிறது. இம் மின்னோட்டத்தால் வாய்க்காலின் பாகங்களுக்கும் கவாடத்திற்கும் பின்னோக்கு மின்னழுத்த வேற்றுமை உண்டாகிறது இதனால் தடுப்படுக்கு வாய்க்காலுள் பரவுகிறது. மின்னழுத்தத்தை அதிகமாக்கினால் இருபுறமிருந்தும் வரும் தடுப்படுக்கு ஒன்று சேரும். இதற்கு நெரித்தல் மின்னழுத்தம் என்பது பெயர். இதற்கு மேல் மின்னோட்டம் அதிகமாகாது. மின்னோட்டம் மின்னழுத்தத்திற்குச் சார்பற்றதாய் நிலையாகி விடும். கவாடத்திற்குப் பின்னோக்கு மின்னழுத்தமளித்தால், நெரித்தல் குறைந்த மின்னோட்டத்திலேயே நடக்கும். ஆகவே, சிறப்பியல்புகள் ஐம்முனையம் போலவே அமையும். கவாடத்தின் பரப்பு குறைவாக இருப்பதாலும், மாசு அதிகமாக இருப்பதாலும், தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட குறைகடத்தியின் தவிர்ப்புப்பட்டை அதிக

மாக இருப்பதாலும் பின்னூட்டத் திகட்டிய மின்னோட்டம் மிகக் குறைவாக இருக்கும்; அதாவது கவாட அகத்தடை ஒருமில்லியன் ஓமுக்கும் மேலேயே இருக்கும். ஆகவே இது மின்னழுத்தத்தால் இயக்கப்படும் கருவி ஆகும். ஐம்முனையத்தை உபயோகப்படுத் தும் இடங்களில் இக்கருவியை உபயோகப்படுத்தலாம் இதன் மாறுமின் பண்புகளை ஆராய, r_p, g_m, உள்ளீட்டுத் தடை, மூன்று முனைகளில் இரண்டு இரண்டாகக் கொண்டு அவற்றிடையே உள்ள கொண்மிகள் ஆகியவையே தேவை. மின்னோட்டம் பெரும்பான்மை ஊர்திகளால் ஆவதால் ஆயுட்கால வரையறை இல்லை. இதற்குப் பதில் ஊர்தி மூலத்திலிருந்து வடிகால் செல்ல எடுத்துக் கொள்ளும் நேரமே முக்கியமாகிறது. ஆகவே வாய்க் காலின் நீளம் குறையக் குறைய, போகும் நேரம் குறைவதால் அதிக அலைவெண் வரை உபயோகப்படுத்தலாம்.



(a) சுற்று (b) பரிமாற்றுச் சுற்று

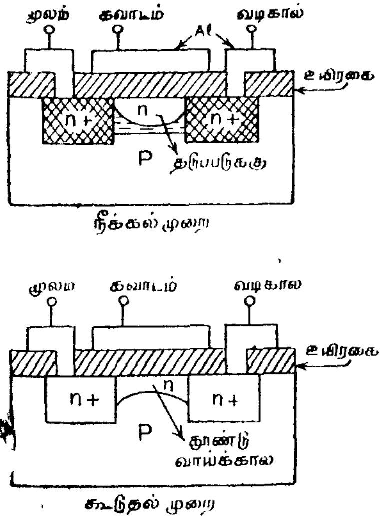
மின்னழுத்த இலாபம் = $g_m R_D$.

படம் 15—6.

மின்மிகைப்பி அலகு

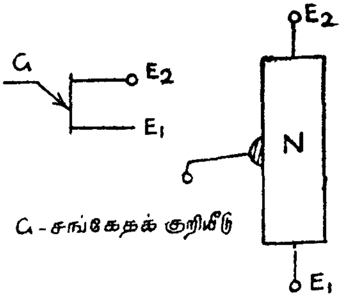
மாசற்ற ஸிலிகோன் பட்டைகள் தயாரிக்கும் முறை கண்டு பிடிக்கப்பட்டபின் குறைகடத்திக் கருவிகளின் உற்பத்தியிலேயே ஒரு பெரிய மாறுதல் உண்டாகிவிட்டது.' சமபரப்புச் சந்தி மும் முனைக் குறைகடத்திகள் செய்யப்பட்டபின், தொகுத்த சுற்று வழிகள் தயாராக்கப்பட்டன. மாசற்ற ஸிலிகான் அதிகத் தடை யுள்ளதாகிறது. ஸிலிகான் மேல்பரப்பைப் பாதுகாக்க ஸிலிகான் ஆக்ஸைடு பூச ஏற்பாடு செய்கிறார்கள். இப்பூச்சு மின்காப்பியா கிறது. சுருள் செய்வதுதான் கடினமானது. ஆனால் சுற்று வழிகளை மாற்றிச் சுருளில்லாமலேயே பலன்தரும்படி செய்யலாம். ஆகவே 1 சதுர சென்டி மீட்டர் பரப்பில் ஒரு மின்மிகைப்புச் சுற்றுவழியை அமைக்கமுடிகிறது. இந்த முறையில்தான் மின்புல பலம் மும் முனைக் குறைகடத்தி செய்கிறார்கள். மேலே கூறப்பட்டது சந்திப்பு முறை. கவாடம் வைக்குமுன் கவாடத்திற்கும் வாய்க்காலுக்கு மிடையே உயிரகை மின்காப்பி ஆடை பரப்பலாம். இது காப்பிக்

கவாட மின்புல பலன் குறைகடத்தியாகும். இதில், நீக்கல் முறை, கூட்டுதல் முறை என இருமுறைகளில் கருவிகளை அமைக்கலாம். மின்காப்பி இருப்பதால் கவாடத்தில் மின்னோட்டமுண்டாகாது. கவாட மூலச் சந்திப்பில் முன்னோக்க மின்னழுத்தமளித்தால் தூண்டு முறையில் மின்காப்பியின் மறுபக்கம் எதிர்மின்னிகள் கூடும்; ஆகையால் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும். கவாட மின்னழுத்தத்தை அதிகமாக்கினால் மின்னோட்டமும் அதிகமாகும். இது கூடுதல் முறை அமைப்பு ஆகும். கவாட மூலச் சந்திப்பில் பின்னோக்க மின்னழுத்தம் உண்டாக்கினால் தவிர்ப்புப் பட்டை வாய்க்காலில் படர்ந்து மின்னோட்டத்தைக் குறைத்துக் கொண்டே வரும் இது குறைத்தல் (நீக்கல்) முறை அமைப்பு ஆகும் இரண்டு அமைப்புகளும் மின் காப்பி கவாட மின் புலப் பலம் மும்முனைக் குறை கடத்தியில் அமையும்.



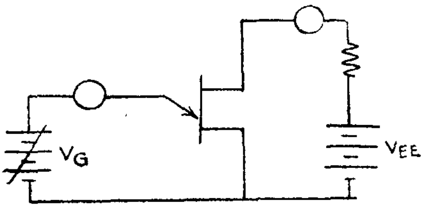
படம் 15—7
மின்காப்பி கவாட அமைப்புகள்

ஒரு முனைச் சந்திப்புத் திரிதடையம்: சந்திப்பு மின்புல பலன் மும்முனைக்கடத்தியைப் போலவே இதன் அமைப்பும் இருக்கிறது. ஆனால் இங்குக் கவாடத்திலிருந்து அதிகமாக மின்னோட்டம் ஏற்பட வேண்டும். ஆகவே கவாடத்தின் பரப்பு அதிகமாகிறது. முனைகள் உமிழ்வான்களென அழைக்கப்படுகின்றன. முதலில் E_2 ஐ E_1 க்கு நேர்மின்னழுத்தமுள்ளதாகச் செய்வோம். G, E_1 மின்னழுத்தம் பூச்சியமாயிருப்பின் இந்தச் சந்திப்பு பின்னோக்கச் சார்பானது ஆகவே, மின்னோட்டம் ஏற்படாது. கவாட மின்னழுத்தத்தை அதிகரித்துக் கொண்டே

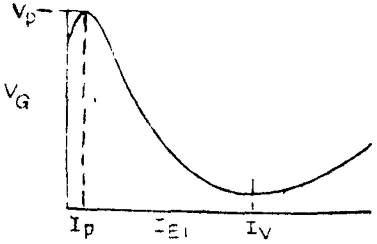


படம் 15—8
ஒரு முனைச் சந்திப்புத் திரிதடையம்

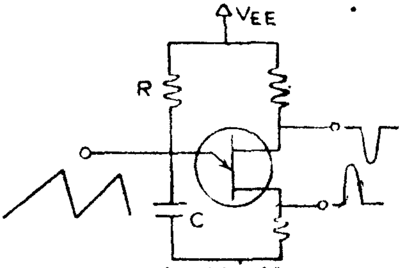
போகலாம். சந்திப்புக்கருகே வாய்க்காலின் மின்னழுத்தம் rV_{EE} என்று கொள்வோம். r ஆனது 0·5 முதல் 0·8 வரை இருக்கும். V_a, rV_{EE} மதிப்பை அடைந்ததும இந்தச் சந்திப்பு முன்னோக்கச் சார்புள்ளதாகிறது இதனால் ஊர்திகள் சந்திப்பின் மூலம் வாய்க்காலுக்கு வருகின்றன வாய்க்காலின் கீழ்ப் பாகத்தில் இப்பொழுது ஊர்திகள் அதிகமாவதால் அதன் தடை குறைகிறது. இதனால் அதன் மின்னழுத்த வேற்றுமை குறைகிறது இதனால் கவாடம் மேலும் முன்னோக்குச் சார்பாகி அதிக ஊர்திகளை அனுப்புகிறது. இதனால் மறுபடியும் மின்னழுத்தம் குறைகிறது. ஆகவே ஓர் எதிர்த் தடை நடத்தை காணப்படுகிறது மின்னோட்டம் I_v-ஐத் தாண்டியதும் நேர்த்தடைப் பண்பு வெளிப்படுகிறது. இதன் முக்கியப் பயன் இரம்பப் பல் வரி வடிவம் தயாரிப்பதற்கு உதவுவது ஆகும்.



படம் 15—9 (*a*)
ஆராய்ச்சிச் சுற்றுவழி



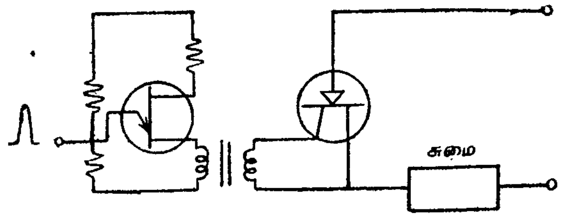
படம் 15—9 (*b*)
வரிவடிவம்



படம் 15—10
இரம்பப் பல் அலையியற்றி

படம் 10-ல் இச் சுற்றுவழி காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இங்குக் கொண்மி C, தடை R மூலம் மின்னேற்றம் அடைகிறது. மின்னழுத்தம் rV_{EE} மதிப்படைந்ததும், கொண்மி கவாடம் மூலம் அதன் மின்னேற்றத்தை இழந்து விடுகிறது. மின்னோட்டம் I_p-க்கும் குறைந்ததும் மின் மின்னிறக்கம் நின்று விடுகிறது. மறுபடியும் கொண்மி C மின்னேற்றமடைகிறது. இதில் சிறிது நேரம் அதிக மின்னோட்டம் உண்டாவதால் ஒரு சந்திப்புத் திரிதடையம் ஸிலிகான் கட்டுப்பாட்டுத் திருத்தியின் கவாடத்தைத் 'திறக்க'

உதவுகிறது. முதல் உமிழ்வானில் வரும் குறுகிய துடிப்பைக் கொண்டு ஸி.க.தி -ன் கவாடத்தைத் துவக்குவதால் கவாடத்



ஒரு சந்திப்புக் குறை கடத்தி

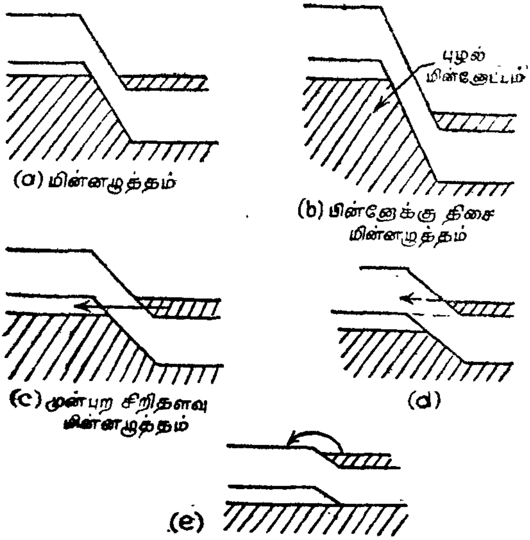
படம் 15—11

கட்டுப்பாட்டு மின்திருத்தியைத் தூண்டும் சுற்று

தின் திறன் மிகவும் குறைந்துவிடுகிறது. அதனால் அதன் ஆயுள் அதிகமாகிறது. ஒரு சந்திப்புத் திரிதடையம், ஸி.க.தி. கூட்டு மின்னேடி ஆகிய பல இயந்திரங்களின் போக்கைக் கட்டுப்படுத்த இது மிகவும் பயன்படுகிறது.

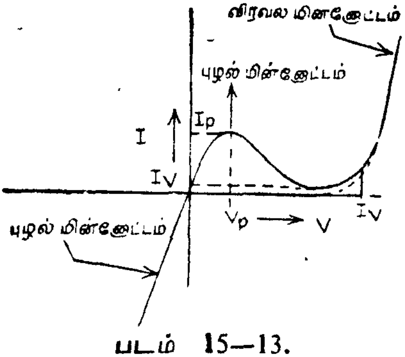
புழல் இருமுனைக் குறைகடத்தி : ஒரு புறவியலான குறை கடத்தியில் 3 ஆவது பத்தியிலுள்ள தனிமங்களைப் பதிலீடு வேற்றுப் பொருளாக அமைத்தால் அது P வகைக் குறைகடத்தி யாகிறது. அப்பொழுது அதன் ஃபர்மி மட்டம் தவிர்ப்புப் பட்டையில் கூடுகைப் பட்டையின் மேல் மட்டத்தை நோக்கி நகர்கிறது. ஏற்பி அணுக்களின் எண்ணிக்கை அதிகமானால் ஃபர்மி மட்டம் கூடுகைப் பட்டையின் உள்ளேயே அமைந்து விடுகிறது. அப்பொழுது இப் பொருள் குறைகடத்தி போலில்லாமல், க்டத்தி போலவே மின்சார குணங்களைக் கொண்டுவிடும். அதே போல் N வகைக் குறைகடத்தியில் கொடை அணுக்களின் எண்ணிக்கையை அதிகமாக்கினால் ஃபர்மி மட்டம் தவிர்ப்புப் பட்டையினின்றும் கடத்திப் பட்டைக்குள் வந்து விடும். இத்தகைய $P.N.$ பொருள்களைக் கொண்டு ஒரு சந்திப்பு உண்டாக்குவோம். இச் சந்திப்பின் இரு மருங்கிலும் நிறைய வேற்றணுக்கள் குறையணுப்படுத்தமடைந்திருப்பதால் இங்கு நிறைய மின்னேற்றம் உண்டாகிறது. இம் மின்புலனின் ஈர்ப்பு ஆற்றல் ஜீனர் ஆற்றலுக்கும் அதிகமாக இருப்பதால், நிறைய மின் துளைகளும் எதிர்மின்னிகளும் உண்டாகின்றன. ஆகவே P பக்கத்தை நேர்மின் முனையாகவும், N பக்கத்தை எதிர்மின் முனையாகவும் இணைத்தால் நிறைய மின்னேட்டமுண்டாகிறது. சாதாரண

இருமுனைக் குறைகடத்தியில் இது பின்னோக்குத் திசையாகும். ஆகவே, மிகக் குறைவான மின்னோட்டமுண்டாகும். ஆனால் புழல் இருமுனைக் குறைகடத்தியில் இப் பின்னோக்கு திசையில் சந்திப்பில் உண்டாகும் மின் ஈர்ப்பு ஆற்றல் ஜீனர் ஆற்றலுக்கும் அதிகமாக இருப்பதால் OV-லேயே ஜீனர் சறிவு முறிவு உண்டாகிறது.



படம் 15—12.

புழல், இருமுறைக் குறைகடத்திகளின் திறன மட்டப் படங்கள்.

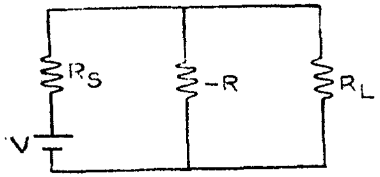


படம் 15—13.

சிறப்பியல்பு

திறன் மட்டப் படங்கள் மூலம் இக் கருவியின் சிறப்பியல்பை ஆராய்வோம். மின்னழுத்தமில்லாதபொழுது, சந்திப்பின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள எதிர்மின்னிகளின் அதிக ஆற்றல் மட்டம் ஒரே அளவில் அமைகிறது. இதனால் விரவல் மின்னோட்டமோ, ஈர்ப்பு மின்னோட்டமோ உண்டாக வழியில்லை. பின்னோக்கு திசையில்

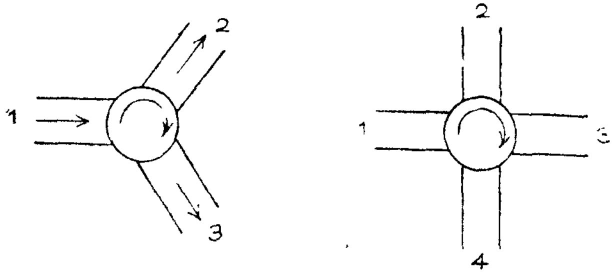
மின்னழுத்தமளித்தால் படம் 12 (*b*)-ல் உள்ளதுபோல் அமைகிறது. இங்கு *P* பக்கமுள்ள எதிர்மின்னிகளின் ஆற்றல் *N* பக்கமுள்ள எதிர்மின்னிகளின் ஆற்றலைவிட அதிகமாக உள்ளது. ஆனுல் அவை கூடுகைப் பட்டையில் உள்ளன. அவை அங்கிருந்து தவிர்ப்புப் பட்டையைத் தாண்டி, கடத்திப் பட்டைக்கு வந்த பிறகுதான் *N* பக்கமுள்ள கடத்திப் பட்டைக்கு வரவேண்டும். ஆனுல் *P* பக்கமுள்ள கூடுகைப் பட்டையையும் *N* புறம் உள்ள கடத்திப் பட்டையும் ஒரு மெல்லிய (10*A*°) தவிர்ப்புப் பட்டை குறுக்கிடுகிறது அலை இயந்திரவியல்படி தவிர்ப்பு அகலத்தைப் பொறுத்துபுழல்(ஊடுருவல்)அசைவுஉண்டாகலாம். இது இருபக்க எதிர்மின்னிகளின் சக்தி வேற்றுமைக்கு நேர் விகிதமாகவும் தவிர்ப்பு அகலத்திற்கு எதிர் விகிதமாகவும் அமைகிறது. ஆகவே புழல் உண்டாகி மிக அதிக மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. ஆகவே பின்னோக்குத் திசை மின்னழுத்தத்திற்கு இக்கருவி சிறந்த கடத்தியாகவே அமைகிறது. முன்னோக்கு திசை மின்னழுத்தம் கொடுப்பதால் *P* பக்க மட்டங்கள் தாழ்கின்றன; *N* பக்க மட்டங்கள் உயர்கின்றன. இதனுல் *N* பக்கமுள்ள கடத்திப் பட்டை எதிர்மின்னிகள் *P* பக்கமுள்ள கூடுகைப் பட்டையின் மேல் மட்டத்திலுள்ள காலியிடங்களை நோக்குகின்றன. இதனுல் புழல் மின்னோட்டம் உண்டாகும். *N* பக்கமுள்ள கடத்திப் பட்டை எதிர்மின்னிகள் *P* பக்கமுள்ள கூடுகைப் பட்டையில் உள்ள காலி இடங்களை முழுவதுமே நோக்கியிருப்பின் அதிக மின்னோட்டம் உண்டாகும் மேலும் மின்னழுத்தத்தை அதிகப்படுத்தினுல் *N* பக்கமுள்ள கடத்திப் பட்டை எதிர் மின்னிகள் *P* பக்கமுள்ள தவிர்ப்புப் பட்டையையே நோக்கும். இப்பொழுது மின்னோட்டம் குறைந்து 0 ஆகிவிடும். மேலும் மின்னழுத்தத்தை அதிகப்படுத்தினுல் *N* பக்கமுள்ள எதிர்மின்னிகள் *P* பக்கமுள்ள கடத்திப்பட்டைக்கு விரவல் செய்து மின்னோட்டம் உண்டாக்கும் அதே போல் *P* பக்கமுள்ள மின்துளைகளும் *N* பக்கம் விரவல் செய்யும். இது சாதாரண இருமுறைக் குறைகடத்தியின் முன்னோக்கு திசை விரவல் மின்னோட்டம் போல் அமைகிறது. இவ் விரவல் மின்னோட்டம் அமைவதற்கு முன்னர், புழல் மின்னோட்டம் அதிகமாகி, பிறகு குறைந்து விடுகிறது. ஆகவே மின்னழுத்த மின்னோட்டச் சிறப்பியல்பு ஓர் எதிர்த்தடைக் குணத்தைக் காட்டுகிறது. புழல் மின்னோட்டம் ஒளி வேகத்தில் ஏற்படுவதால் புழல் இருமுனைக் குறைகடத்தியை நுண்ணலை வரிசையில் உபயோகப்படுத்தினுர்கள்.



படம் 15—14.
ஓர் எதிர்த்தடைக் கருவியைக்கொண்டு மின் மிகைப்படைவது காட்ட இணை மாற்றுச் சுற்றுவழி

ஒரு V மின்னழுத்தமும், R_s என்ற அகத்தடையும் உள்ள மின் நிரப்பியை R என்ற சுமைக்கு இணைப்போம் இப்பொழுது R_L- ல் வரும் மின்னழுத்தம் $\frac{VR_L}{R_s + R_L}$. இது V ஐ விடக் குறைவாகவே இருக்கும்.

இப்பொழுது சுமைக்கு இணையாக ஓர் எதிர்த் தடைக் கருவியை இணைப்போம். இப்பொழுது சுமையில் வரும் மின்னழுத்தம் $\dfrac{V\left(\dfrac{-R R_L}{R_L - R}\right)}{R_S - \dfrac{R R_L}{R_L - R}}$; $R = R_L$ ஆகும்பொழுது சுமை மின்னழுத்தம் V ஆகிறது, $R = \frac{R_S R_L}{R_S + R_L}$ ஆகும்பொழுது சுமை மின்னழுத்தம் கணக்கிட முடியாமல் அதிகமாகிறது. ஆகவே எதிர்த் தடை R_L-லிருந்து $\frac{R_S R_L}{R_S + R_L}$ வரை மாறுகையில், சுமை மின்னழுத்தம் V-லிருந்து ∞ வரை மாறுகிறது. ஆகவே எதிர்த்

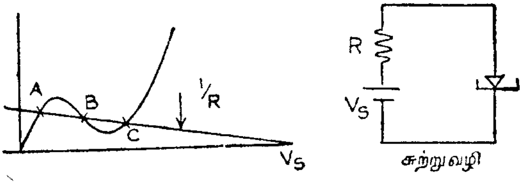


படம் 15—15.
சுழற்சிச் சுற்றுவழி

தடையைக் கொண்டு மின்மிகைப்பு உண்டாக்கலாம். ஆனால் இங்கு ஒரு குறை உண்டு. உள்ளீடும் வெளியீடும் ஒரே மின் கடை முனைகளில் அமைகின்றன. இதனைச் சுழற்சிச் சுற்றுவழி மூலம் இணைக்கலாம்.

படம் 15-ல் மூன்று, நான்கு இணைப்புகள் அமைந்த சுழற்சிச் சுற்றுவழிகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் 1-ல் கொடுக்கப்படும் திறன் 2 ஐயே அடையும். அவ்வாறு இரண்டில் கொடுக்கப்படுவது 3 ஐ அடையும். திறன் போகும் திசை அம்புக் குறியால் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. ஆக, உள்ளீட்டை 1-லும், எதிர்த் தடையை 2-லும், சுமையை 3-லும் அமைத்தால், உள்ளீடு, கருவி, சுமை ஆகியவைகளின் மின் முனை இணைப்புகள் தனித்தனியாக அமைகின்றன. எதிர்த் தடை V_P, I_P முதல் V_V, I_V வரையே அமைகிறது. ஆகவே வெளியீட்டில் அதிக வீச்சுத் திறன் $\frac{(V_V - V_P)(I_P - I_V)}{8}$ அளவு தான் வரும். ஆகவே, இப் புழல் கருவியில் வெளியீட்டுத் திறன் மிகக் குறைவு. ஆகவே, இவை இப்பொழுது நுண்ணலைகள் மின் மிகைப்பிற்கு உபயோகப்படுவதில்லை.

புழல் கருவியைத் தளர் அலைவியற்றி, பல் அதிர்வி ஆகியவைகளாக உபயோகப்படுத்தலாம்.

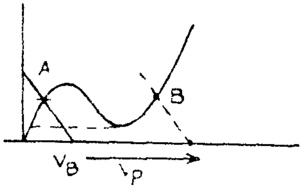


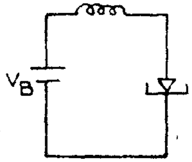
படம் 15—16.

வரிவடிவம்

ஒரு நேர்மின் நிரப்பியை அதிகத் தடை மூலம் புழல் கருவிக்கு இணைப்போம். வரிவடிவத்தில் இதன் சுமைக்கோடு *A*, *B*, *C* என்ற மூன்று புள்ளிகளில் வெட்டுகிறது. இதில் *A*-ம் *C*-ம் நிலையான சந்திப்புகள், *B* நிலையற்ற சந்திப்பு. ஏனெனில் *A*, *C* என்பவைகளில் மின்னழுத்தம் அதிகமானால் மின்னோட்டம் அதிகமாகி, மின்னழுத்த அதிகரிப்பை எதிர்த்துச் செயல்படு மின்னோட்டத்தை நிலையாக்க முயற்சிக்கிறது. *B* புள்ளியில் மின்னழுத்தம் அதிகமானால், மின்னோட்டம் குறைந்து மின்னழுத்தத்தை மேலும் அதிகமாக்குகிறது. ஆகவே *B* என்னும் சந்திப்பு செயல்படு நிலையில் இருப்பது முடியாத காரியம். *A* அமைப்பில் குறைந்த மின்னழுத்தம் உள்ளது. *C*-ல் அதிக மின்னழுத்தம் உள்ளது. *A* அமைப்பிலிருக்கையில் ஒரு நேர் மின்னோட்டத் துடிப்பு I_P-க்கும் அதிகமாகக் கொடுத்தால், துடிப்பு நின்றதும் அமைப்பு *C*-க்கு மாறிவிடும். *C*-ல் இருக்கையில் ஓர் எதிர்

மின்னோட்டத் துடிப்பு I_V-க்கும் குறைத்து மின்னோட்டத்தை இறக்கினால் செயல்படு புள்ளி *C* லிருந்து *A*-க்கு மாறி விடும் ஆகவே இதை இரு நிலைச் சமன்பாட்டுப் பல்லதிர்வியாக இயக்கலாம்.





படம் 15—17.

ஒரு நிலைச் சமனபாட்டுப் பல அதிர்வி

படம் 17-ல் காட்டியது போல் மின் நிரப்பியின் மின்னழுத்தம் குறைவாக இருப்பின் புழல் கருவியின் சிறப்பியல்பு வரி வடிவத்தைச் சுமைக் கோடு *A* என்ற ஓர் இடத்திலேயே வெட்டும். அப்பொழுது நாம் ஒரு சுருள் மூலம் சுற்றுவழியை இணைப்போம். இப்பொழுது நாம் V_P என்ற மின்னழுத்தத் துடிப்பைச் சுற்றுவழிக்குக் கொடுத்தால் சுருளில் மின்னோட்டம் திடீரென மாற முடியாது. ஆகவே V_P சுருளில் ஏற்கப்பட்டு சுழல் கருவியின் செயல்படு புள்ளி *B*-க்கு மாறும். சுருளில் மின்னோட்டம் குறைய, செயல்படு புள்ளி V_V-க்கு வந்து, உடனே V_P-க்கு வந்து *A* ஐ அடையும். மின்னோட்டம் *B*-லிருந்து I_V-க்குக் குறையும் நேரம் பல் அதிர்வியின் நேரமாகும். பல்லதிர்வி இணைப்புகளுக்கு இக் கருவியை உபயோகப்படுத்தும் பொழுது. நேரத்தைக் கணக்கிடும் இணைப்பு சுருளாகும். இதை நாம் கவனத்தில் வைத்திருக்க வேண்டும்.

16. அலைப்பண்பேற்றமும் இறக்கமும்

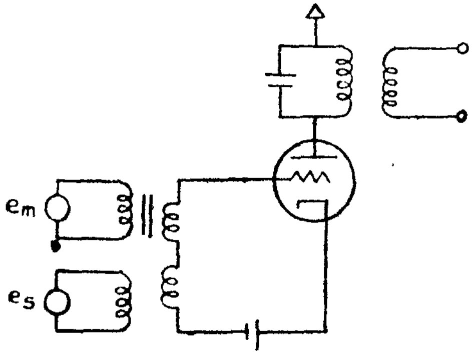
முன்னுரையில், செய்தி, பாட்டு, உரை ஆகியவை பல விடங்களிலிருந்து பற்பல மொழிகளில் வருபவை; அவைகளை ஒன்றுக்கொன்று வேறுபடுத்தி, தனித்தனியாக நமக்கு வேண்டிய வாறு பிரித்துக் கேட்டு அனுபவிக்க, இந்தக் குறிப்புகளை அலை வெண் பட்டையில் வெவ்வெறு இடங்களுக்கு மாற்றிவிடுகிறோம். இதனை அலைவெண் மாற்றம் என்று கூறலாம். கேளலைவெண் பட்டையிலுள்ள நிகழ்ச்சிகளைப் பல அலைவெண் நிலைகளுக்கு மாற்றுவதற்கு அலைப் பண்பேற்றம் (அலைமாற்றம்) என்பது பெயர் என்று பார்த்தோம். இது நிகழ்ச்சிகளின் வரிவடிவம் தொடர்பாக மாறுதலடைவதை அப்படியே மாற்ற முயற்சிக்கும் பொழுது இணையான பண்பேற்றம் என்று பெயர்படும். சில நேரங்களில் நிகழ்ச்சிகளைப் படிப்படியளவாக மாற்றி, பிறகு பண்பேற்றலாம். இதனை இலக்க முறைப் பண்பேற்றம் என்று கூறுவர். இலக்க முறைக்குச் சில உதாரணங்கள் கூறலாம. ஊர்திச் சீட்டுகள் நகருள் சுற்றும் ஊர்திகளுக்கு 5 பை. அடுக் கிலுள்ளன. ஆகவே இங்கு அளவு 5 பைசேவும் அதன் மடங்கு களும் ஆகும். பழக்க முறையில் 1 பைசாவே குறைந்த அளவு. ஆகவே விலைகள் கிட்டத்து 1 பைசாவுக்குத் திருத்தப்படு கின்றன. நம் ஊதியம் கிட்டத்து 10 பைசா அளவுக்கு கொண்டு வரப்படுகின்றது. அதாவது நடைமுறையில் பொருள்களெல் லாம் ஓர் அடிப்படை அளவிலும் அதன் மடங்குகளிலும் கொள் ளப்படுகின்றன. அடிப்படை அளவானது, பொருளின் தேவை, விலை ஆகியவைகளுக்கேற்றவாறு அமையும். உப்பை லிட்டர் அளவில் கொள்கிறோம். எண்ணெய்களை 50 மில்லி லிட்டர் அள வில் வைக்கலாம். சமயத்திற்கேற்றுல்போல் தங்கத்தின் குறைந் தளவு மாறும். இதற்குக் கூறிடல் என்பது பெயர். கூறின் அடிப் படை அளவு சந்தை நிலவரத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. மின் சுற்று வழிகளில் இரைச்சல் உண்டாகிறது. இது சுற்று வழிகளில் உள்ள தடைகளாலும் மின்மிகைப்புக் கருவிகளாலும் உண்டா கிறது. இந்த இரைச்சலை அளவிட முடியும். இரைச்சல் 10 மைக்ரோ வோல்டானல் நாம் 10 மைக்ரோ வோல்ட் அல்லது அதற்கும் குறைவான அழுத்தங்களை அளக்கமுற்படுவது வீண்

செய்கையே. இரைச்சலே நிகழ்ச்சியை மறைத்துவிடும். இதை நாம் கண்கூடாகப் பலமுறை அனுபவித்திருக்கிறோம். ஓர் இசை நிகழ்ச்சியில் குழுமியுள்ளோரில் சிலர் பேச ஆரம்பித்துவிட்டால் நமக்கு இசை சரியாகக் கேட்பதில்லை. பிறகு நாமும் பேச ஆரம்பித்து விடுவோம். இவ்வாறு இரைச்சல் இருந்துகொண்டே இருக்கும். இரைச்சலுக்கும் அதிகமான ஒலியாக இசை நிகழ்ச்சியிருந்தால் இரைச்சல் தானே அடங்கிவிடுகிறது. ஆகவே யார் கை ஓங்குகிறது என்பதுதான் இங்கு முக்கியம் இது இங்குமட்டுமல்ல. மின்சுற்று வழிகளிலும் இத்தகைய போட்டி உள்ளது. ஆகவே இரைச்சல் நிலைக்கு ஏற்றவாறு நிகழ்ச்சியின் இணை மின்வடிவத்தைக் கூறிடலாம். இக் கூறுகளின் அளவை 1, 2,...27, 110 என்கிற இலக்க முறையில் வெளியிடலாம் இதற்கு இலக்க முறைப் பண்பேற்றம் என்பது பெயர் ஆகவே, பண்பேற்றம் இணைமுறையாகவோ அல்லது இலக்க முறையாகவோ அமையலாம். இணை முறைப் பண்பேற்றத்தில் மின் ஊர்தி அலையின் வீச்சு, அலைவெண், கோணம் ஆகியவற்றை நிகழ்ச்சியின் வீச்சுக்கேற்றவாறு மாற்றி பண்பேற்றம் அடையலாம். இதில் அலைவெண், கோணம் ஆகியவற்றின் மாற்றத்தால் உண்டாகும் அலை வடிவங்கள் பார்ப்பதற்கு ஒரே மாதிரியிருக்கும். ஏனென்றால் கோணம், அலைவெண் தொகையிடலால் வருவது; அல்லது அலைவெண் கோணத்தை வகைப்படுத்துவதால் வருவது ஆகும். அதாவது $\theta = \int w\,dt : w = \frac{d\theta}{dt}$. ஆகவே, பண்பேற்றும் நிகழ்ச்சி ஒழுங்கியக்க அலைவாக இருப்பின் தொகையீடும் வகையீடும் அதே ஒழுங்கியக்க நிகழ்ச்சியுடையதாகவே இருப்பதால் வருவது ஆகும். அலைவீச்சுப் பண்பேற்றத்தில் ஊர்தி அலையின் வீச்சு நிகழ்ச்சியின் வீச்சுக்கு ஏற்றவாறு மாறுதலடைகிறது ஃபோரியர் முறைப்படி இந்த அலைவீச்சுப் பண்பேற்ற அலையை ஆராய்ந்தால் அதில் ஓர் ஊர்தி அலைவெண்ணில் ஒரு கூறும், ஊர்தி அலைவெண் நிகழ்ச்சி அதிர்வெண் பெருக்கலில் ஒரு பாகமும் வரும். இதில் இரண்டாவதான பெருக்கல் பாகத்திலேயே நிகழ்ச்சியால் மாறுதல் உண்டாகிறது. ஆக, அதுவே நிகழ்ச்சிச் செய்திகளைக் கொண்டுள்ளதாகிறது. ஆகவே வீச்சுப் பண்பேற்றமுண்டாக்க, நாம் இந்தப் பெருக்கலை மின்மிகைப்பிகளில் உண்டாக்க வேண்டும்.

இந்தப் பெருக்கலைப் பல முறைகளில் உண்டாக்கலாம். நாம் மின்மிகைப்பிகளில் வீச்சு உருக்குலைவு உண்டாவதைப் பார்த்தோம் இந்த வீச்சு உருக்குலைவில் வெளியீட்டில் நிகழ்ச்சி அலைவெண்ணுடன் அதன் இசைவுப் பெருக்கங்களும் வருவதைப்

பார்த்தோம். ஆகவே இதை விளக்க, மின்னோட்டத்தை உள்ளீடு அழுத்தத்தின் அடுக்குத்தொடராக ஆராயலாம். அதாவது, $i_p = a_0 + a_1 e_g + a_2 e_g^2 + a_3 e_g^3 e + \ldots$ இப்பொழுது உள்ளீட்டில் நிகழ்ச்சி அலையையும் ஊர்தி அலையையும் சேர்த்துக் கொடுத்தால். $i_p = a_0 + a_1[E_s \cos w_s t + E_m \cos w_m t] + a_2[E_s \cos w_s t + E_m \cos w_m t]$ $+ \ldots$ இதில் நமக்கு $2a_2 E_s E_m \cos w_c t \,.\, \cos w_m t$ என்ற பெருக்கல் உறுப்பு கிடைக்கிறது. ஆனால் இந்தப் பெருக்கல் உறுப்புடன் மற்ற உறுப்புகளும் வந்து தொலைகின்றன. ஆகவே இந்தப் பெருக்கல் உறுப்பை மட்டுமே கொண்டு, மற்றவைகளை விலக்க வேண்டிய பொறுப்பு வருகிறது. மேலும் முன்னுரையில் கூறப் பட்ட அலைவடிவம் வர, $a_1 E_s \cos w_s t + 2a_2 E_s E_m \cos w_s t \,.\, \cos w_m t$ $= a_1 E_s \cos w_s t \left[1 + \frac{2a_2}{a_1} E_m \cdot \cos w_m t \right]$ என்ற உறுப்புகளை மட்டுமே கொள்ளவேண்டும். ஓர் ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழி w_s-க்கு இசைவூட்டி, அதன் பட்டை அகலம் w_m ஐயும் உள்ளடக் கிக் கொள்ளுமானால் அதுவே நமக்கு வேண்டிய ஏற்பாடு ஆகும். இதில் வீச்சுப் பண்பேற்றக் குறியீட்டு எண் $m_a = \left[\frac{2a_2}{a_1} E_m \right]$. இவ்வாறு ஏக பரிமாணமற்ற உள்ளீடு, வெளியீடு தொடர்புள்ள மின் மிகைப்புகளில் இம்முறையை உபயோகிக்கலாம்.

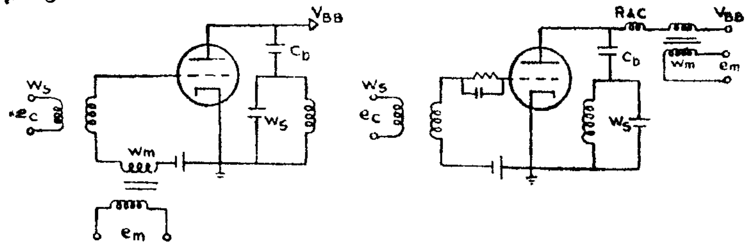
படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றுவழி A வகை அமைப்பு;



படம் 16—1.
A வகை வீச்சுப் பண்பேற்றமுறை

ஆகும். அதனால் இதன் வினைத்திறன் குறைவு. மேலும் a_3, a_4 ஆகிய உறுப்புகளால் சில அலைவெண் நிகழ்ச்சிகள் தேர்வுப் பட்டைக்குள் வந்து குழப்பமுண்டாக்கும். ஆகவே இம்முறையைக் குறைந்த m_a மதிப்பிற்கே உபயோகப்படுத்துவர்.

அதிக m_a மதிப்பிற்கும், வினைத்திறன் அதிகரிக்கவும், C வகை அமைப்பை உபயோகப்படுத்தவேண்டும். இதில் பண்பேற்றும் நிகழ்ச்சியை ஊர்தி அலையுடன் உள்ளீட்டில் கொடுக்கலாம்; அல்லது ஊர்தி அலையை உள்ளீட்டில் கொடுத்து பண்பேற்றும் நிகழ்ச்சியைச் சேமிப்பானில் கொடுக்கலாம். பண்பேற்ற

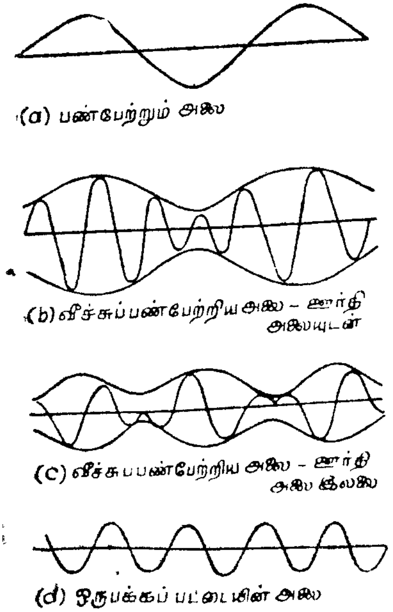


படம் 16—2.
(a) உள்ளீட்டுப் பண்பேற்றம் (b) வெளியீட்டுப் பண்பேற்றம்
C வகைப் பண்பேற்றும் முறைகள்

மற்றிருக்கும்பொழுது வெளிவரும் ஊர்தி அலையின் திறன் P_c ஆக இருக்கட்டும். பண்பேற்று வரும் அலையின் திறன் $P_c\left(1+\frac{m_a^2}{2}\right)$, அதிகத் திறன் $\frac{m_a^2}{2}P_c$ நிகழ்ச்சியால் வருவது ஆகும். இந்தத் திறனை நிகழ்ச்சி மின்சாரம் கொடுக்கவேண்டும். ஆகவே, சேமிப்பானில் நிகழ்ச்சியிடும்பொழுது $m_a^2\frac{P_c}{2}$ திறனை நிகழ்ச்சி மின் அளிக்க வேண்டும். மேலும் திறன் பெருக்கியின் திறன் இலாபம் G என்றும், வினைத்திறன் η என்றும் எடுத்துக்கொள்வோம். சேமிப்பானில் நிகழ்ச்சி மின்சாரமிடும்பொழுது அது கொடுக்க வேண்டிய திறன் $\frac{m_a^2\,P_c}{2\eta}$. அதையே உள்ளீட்டிலளிக்கும்பொழுது அதன் திறன் $\frac{m_a^2\,P_c}{2G}$ ஆகும்; அதாவது நிகழ்ச்சி மின்சாரம் கொடுக்க வேண்டிய திறன் மிகவும் குறைந்துவிடுகிறது. ஆனால் சேமிப்பான் பண்பேற்றத்தில் பண்பேற்றும் நிகழ்ச்சி மின்னழுத்தத்திற்கும், வெளிவரும் பண்பேறிய ஊர்தி மின்னழுத்தத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு நேர் கோடாக அமைகிறது இரண்டையும் உள்ளீட்டில் விடும் பொழுது இந்தத் தொடர்பு அத்துணை நல்ல நேர் கோட்டுப் பொருத்தம் என்று கூறமுடியாது. இரண்டாவது 2(b)-ல் நிகழ்ச்சி மின்சாரத்தை மின்மாற்றி மூலமே அளிக்கவேண்டும் 2 (a)-லும் மின்மாற்றி காட்டப்பட்டிருந்தாலும், மின்மாற்றியின்றி, கொண்மி, தடை ஆகியவற்றின் மூலம் நிகழ்ச்சி மின்னழுத்தம் அளிக்க முடியும். ஆகவே, எங்கு அதிக நிகழ்ச்சித் திறன் அளிக்க

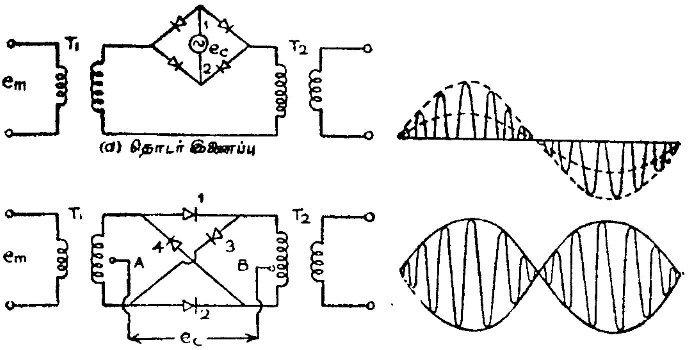
வசதியிருந்து, மின்மாற்றியும் உபயோகிக்கலாமோ, அங்குச் சேமிப்பான் வீச்சுப் பண்பேற்றமளிக்கலாம்; அல்லது உள்ளீட்டுப் பண்பேற்றமே உபயோகப்படுத்தவேண்டும்.

ஊர்தி அலையில் நிகழ்ச்சியின் பயன் எதுவும் இல்லை. நிகழ்ச்சியின் பண்புகள் மேல் அலைவுப் பட்டை, கீழ் அலைவுப் பட்டைகளிலேயே அடங்கியுள்ளன. அதாவது, ஒவ்வொரு பட்டையிலும் அவை அடங்கியுள்ளன. அவ்வாறுகும்பொழுது ஊர்தி அலையை ஏன் அனுப்பவேண்டும்? இது ஒரு முக்கியமான வினு. இதற்குப் பதிலை வரிவடிவங்களைக் கொண்டுதான் விளக்க முடியும். முன்னுரையில் அலை வீச்சுப் பண்பேற்ற அலை ஊர்தி அலை கொண்டதாக உள்ளது என்று கூறினோம். இதைக் கவனிக்கையில் இவ்வலையின் நேர்வீச்சின் உச்ச மட்டங்களின் இணைவடிவம் ஒரு நேர்நிலை மின்சாரத்துடன் நிகழ்ச்சியின் வடிவிலுள்ளது. அதேபோல்தான் எதிர்வீச்சின் உச்ச வரம்பும் அமைகிறது. ஆகவே இந்த அலையை ஒரு மின்திருத்தியில் செலுத்தினுல் ஒரு நேர் நிலை மின்சாரத்துடன் கூடிய நிகழ்ச்சி அலையின் வடிவம் கிடைக்கிறது. ஆகவே பண்பிறக்கம் மிகவும் எளிதாகிறது. ஆனுல் ஊர்தி அலை நீக்கிய பண்பேற்றிய அலை வடிவத்தை நோக்கினுல் நிகழ்ச்சியின் சாயலே அதில் இல்லை. ஊர்தி அலை (f_c அலைவெண் கொண்டது.) யை, f_m என்ற அதிர்வெண் பண்பேற்றும் அலையால் வீச்சுப் பண்பேற்றினுல், பண்பேற்றப்பட்ட அலையில் f_c, $f_c + f_m$, $f_c - f_m$ ஆகிய அலைவெண்கள் வருவதைப் பார்த்தோம். இதிலிருந்து, ஊர்தி அலை f_c ஐ எடுத்துவிட்டால் $f_c + f_m$, $f_c - f_m$ என்ற அலைவெண் அலைகள் மிஞ்சும். இவை ஒன்றேடொன்று சேரும்பொழுது $2f_m$ என்ற அலைவெண்ணில் விம்மல்கள் உண்டாகும். இதைப் படம் 3-ல் பார்க்கலாம். ஆகவே இந்த அலையை ஓர் எளிய மின்திருத்தியின் மூலம் பழைய நிகழ்ச்சியை அடைய



படம் 16—3.
அலைவீச்சுப் பண்பேற்றம்

முடியாது. பழைய நிகழ்ச்சியை அடைய வானொலி ஏற்பியில் ஊர்தி அலையை இயற்றிச் சேர்க்க வேண்டும். இவ்வூர்தி அலை, பரப்பியில் உபயோகப்பட்ட ஊர்தி அலையின் அதே அலைவெண் மட்டுமன்றி, அதே கோட்ட இணக்கமும் பெற்று இருக்க வேண்டும். இவ்விரு ஊர்தி அலைகளின் அலைவெண்கள் வேறுபாடற்றிருக்க வேண்டும். நாம் இரு பக்கப் பட்டைகளையும் எடுப்பதற்குப் பதிலாக, ஏதாவது ஒரு பக்கப் பட்டையையே உபயோகித்தால் போதும். ஏனென்றால் ஒவ்வொரு பக்கப் பட்டையும் நிகழ்ச்சிக்கு ஏற்றவாறு மாறுதலடைகிறது. ஆகவே, இரு பக்கப் பட்டைகளையும் அனுப்பவேண்டியதில்லை. அலைவெண் வடிகட்டியை உபயோகித்து, ஒரு பக்கப் பட்டையையே எடுத்துக்கொள்ளலாம். ஆனால் வானொலி ஏற்பியில் ஊர்தி அலையை இயற்றி, இவ்வலையுடன் விம்மவைத்து நிகழ்ச்சியைப் பெற வேண்டும். இந்த ஊர்தி அலைக்கும் முன்பு சொன்னது போல் அலைவெண், கோட்ட இணக்கம் அவசியமாகிறது. இம்முறைகள் பொது வானொலிப் பரப்பிக்கு உபயோகிக்கப் படுவதில்லை; ஆனால் தொலைபேசி ஊர்தி முறை இணைப்புகளில் உபயோகப்படுகிறது. ஒருபக்கப் பட்டை அலைவீச்சுப் பண்பேற்ற முறையினால் கம்பிகளின் மூலம் ஒரு ஜோடி கம்பியில் 12 தொலைபேசித் தொடர்புகளும், ஓரச்சு வட்டங்களின் மூலம் 960 தொலைபேசித் தொடர்புகளும் அடைய முடிகிறது இப்பொழுது பண்பேற்ற உபயோகப்படும் சில சுற்றுவழிகளைக் கவனிப்போம்:



(a) தொடர் இணைப்பு

(b) சரிமீட்டுப் பணபேற்றி
(இதற்கு வளையப் பண்பேற்றி என்றும் பெயர்)

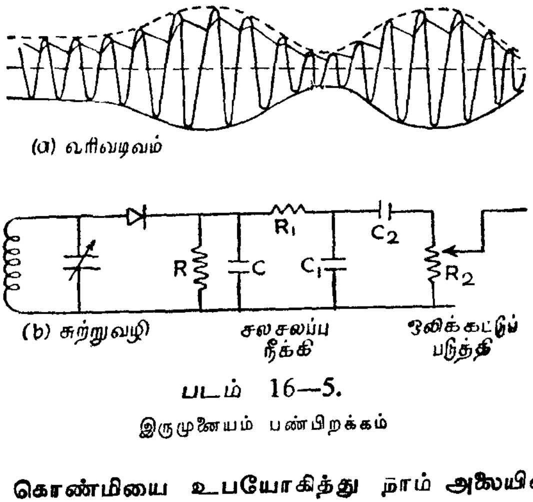
படம் 16—4.

இருபக்கப் பட்டை அலைவீச்சுப் பண்பேற்ற முறை.

படம் 4 (a)-ல் உள்ள இருமுனைக் கருவிகள் ஊர்தி அலையின் முனை 1 நேர்மின்னாகும்பொழுது கடத்தியாகின்றன.

ஆகவே,அவை மின்மாற்றி T_1 ஐயும், T_2 ஐயும் இணைக்கின்றன. முனை 1 எதிர்மின் முனையாகும்பொழுது இருமுனைக் கருவிகள் காப்பிகளாகி, T_1 T_2 இணைப்பைத் துண்டிக்கின்றன. ஆகவே, T_2-ன் துணைச் சுருளில் வரும் மின்னோட்டம் படத்தில் காட்டப் பட்டதுபோல் அமையும். இதில் நிகழ்ச்சி அலையின் பாகமும் வருவதைக் கவனிக்கலாம். இவ்வலையை, வடிகட்டி மூலம் பாய்ச்சி நிகழ்ச்சி அலையை ஒதுக்கினுல் 4 (b)-ல் காட்டப்பட்டது போல் அலை வரும். படம் 4 (b)-ல் ஊர்தி அலையின் A முனை நேர்மின் ஆனுல் இருமுனைக் கருவிகள் 1-ம், 2-ம் கடத்திகளாகின்றன ; 3 ம், 4-ம் காப்பிகளாகின்றன. ஆகவே T_1, T_2 உடன் நேரிணைப்புக் கொள்கிறது. முனை A எதிர்மின் ஆயின் 3-ம், 4 ம் கடத்திகளாகி, 1-ம், 2-ம் காப்பிகளாகின்றன. ஆகவே T_2-க்கு, T_1 உடன் மாறு இணைப்பு உண்டாகிறது. ஆகவே T_2-ன் துணைச் சுருளில் படத்தில் காட்டப்பட்டதுபோல் வடிவம் வரும் இதில் ஊர்தி அலைமட்டுமன்றி, நிகழ்ச்சி அலையும் நீக்கப்படுகிறது. ஆகவே வடிகட்டும் பிரச்சினைகள் சுலபமா கின்றன. இவ்விரு முறைகளும் ஊர்தி தொலைபேசித் தொடர்பு களில் உபயோகப்படுகின்றன.

பண்பேற்றிய அலையை ஏற்பியில் பண்பிறக்கி, நிகழ்ச்சி அலைகளைக் கொள்ளவேண்டும் இதற்குச் சுலபமான வழி இருமுனையத்தைக் கொண்டு மின் திருத்தம் செய்வதே ஆகும்.



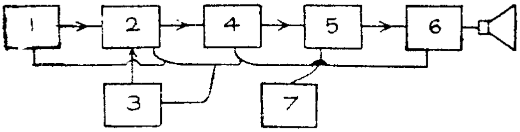
படம் 16—5.

இருமுனையம் பண்பிறக்கம்

சுமையில் கொண்மியை உபயோகித்து நாம் அலையின் வீச்சு வரம்புகளை அப்படியே அடையலாம். அப்பொழுது வாஞெலி

அலையில் சிறிதளவு சலசலப்புண்டாகிறது. அதை R_1, C_1 என்கிற கூடுதல் வடிப்பான் மூலம் குறைத்துவிடலாம். ஆனால் ஊர்தி அலையின் வீச்சுக்கு ஏற்ப ஒரு நேர்மின்சார அழுத்தமும் கிடைக்கிறது. அதை விலக்க C_2 என்கிற கொண்மி மூலம் மாறியல் தடைக்கு இணைக்கலாம். இம் மாறியல் தடை ஒலிப்பானில் ஒலியைக் கட்டுப்படுத்துவதால் இதனை ஒலிக் கட்டுப்படுத்தி என்றும் அழைக்கலாம். R-ல் வரும் நேர்மின்னழுத்தத்தையும் உபயோகப் படுத்தலாம். இதற்கு வானொலி ஏற்புப் பெட்டிகளின் சுற்றுவழி அமைப்புகளை நாம் ஆராய வேண்டும்.

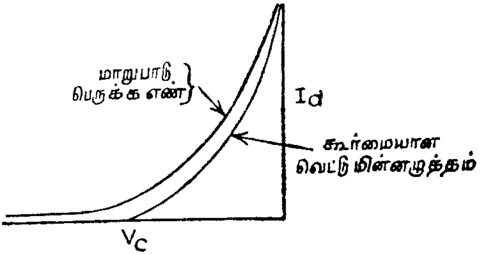
ஒரு வானொலிப் பெட்டியில் உள்ள சுற்றுவழி பல்வேறு மிகைப்பிச் சுற்றுவழிகளின் இணைப்பாக இருப்பதை நாம் காண



படம் 16—6.

லாம். இவற்றை ஏழு பாகங்களாகக் காணலாம். இவற்றில் 1-வானொலி அலையின் மிகைப்பு. 2-கலப்பி. 3-சீரிசை அலைப்பி. 4-இடை நிலை அலைவெண் மின்மிகைப்பி; 5-பண்பிறக்கி (மின் திருத்தி); 6-கேள் அலைவெண் மின்திறன் மிகைப்பி; 7-மின் நிரப்பி என அழைக்கப்படும். திரிதடையப் பெட்டிகளில் 7-க்கு மின்கலங்களை உபயோகித்து விடுவோம். ஆகவே அதைப்பற்றித் தனியாக ஆராயவேண்டியதில்லை. குழல் பெட்டியில் 7, ஒரு மின்திருத்தி, வடிப்பான் ஆகியவைகளைக் கொண்டதாக இருக்கும். வானொலி அலைகளின் மின்புலம் வீச்சு 1 : 10^7 என்ற விகிதத்தில் மாறுதலடையும் அருகிலுள்ள பரப்பி நிலையத்தின் மின்புலம் வோல்ட் பரிமாணத்திலும் தூரப்பரப்பிகளின் மின்புலம் மைக்ரோ வோல்ட் பரிமாணத்திலும் இருக்கும். ஆகவே, இவற்றை வேறுபடுத்த 3 இணை ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழிகளாவது இருக்க வேண்டும். ஒன்று ஏரியல் சுற்றுவழியிலேயே வந்து விடும். இரண்டாவது கலப்பிச் சுற்றுவழியில் அமையும். மூன்றுவது இடை அலைவெண் சுற்றுவழியில் அமையும். வானொலி அலை மிகைப்பியும் இருந்தால் 4 இசைவுச் சுற்றுவழிகள் வந்துவிடும். அப்பொழுது நமக்கு வேண்டிய நிலையத் தேர்ச்சி மேலும் சுலபமாகிவிடும். ஆனால் 1 : 10^7 அளவில் வரும் மின்புல வேற்றுமைகளைச் செவியுணர் அதிர்வெண் சுற்றுகளோ

ஒலிப்பானோ, அல்லது கேட்பவர்களது காதோ பழுதாகாதவாறு இசை கூட்டும் முறை எப்படி? இதற்கு, வானொலி அலை மிகைப்பி, கலப்பி, இடை அலைவெண் மிகைப்பி ஆகியவற்றில் மாறுபடு பெருக்க எண் குழல்களை உபயோகப்படுத்துகிறார்கள்.



படம் 16—7.

கூர்மையான வெட்டு மின்னழுத்தம். மாறுபாடு மின்பெருக்க எண் குழல்களின் சிறப்பியல்புகள்.

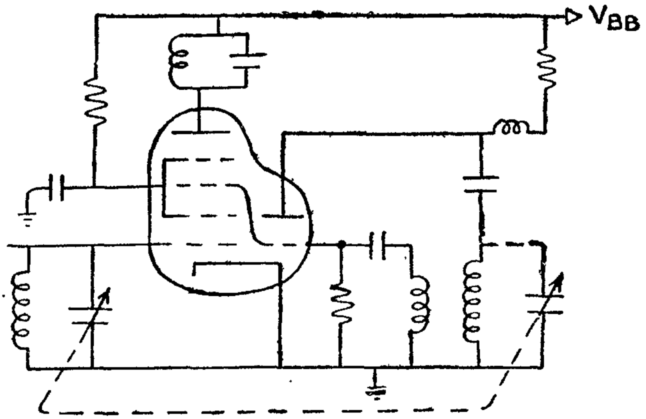
இக்குழல்கள், குறைந்த கம்பி வலையின் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தத்தில் அதிக மின்னழுத்த இலாபம் அளிக்கும். கம்பி வலையின் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் அதிகரிக்க, அதிகரிக்க மின்னழுத்த இலாபம் குறைந்துகொண்டே வரும். ஆனால் வெட்டு மின்னழுத்தம் மிக அதிகமான மின்னழுத்தத்திற்கே உண்டாகும் இதைக் கணக்கிடுவதும் அரிது ஆகவே, ஊர்தி அலையின் வீச்சத்திற்கு ஏற்றவாறு மின்திருத்தியின் சுமையில் நேர்மின்னழுத்தம் உண்டாகிறது. வானொலி, கலப்பி, இடைநிலை அலைவெண மிகைப்பிக் குழல்களுக்கு எதிர்மின் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தமாக அளித்தால், மின்புலம் அதிகமானால், ஒரு சார்பு மின்னழுத்தமும் அதிகமாகி மொத்த மின்னழுத்த இலாபத்தைக் குறைக்கிறது. ஆகவே, 1 : 10^7 என மாறும் மின்புலத்தை ஒலிப்பானில் 1 : 10 அல்லது 1 : 100 என்கிற மாறுதலுக்குள் அடக்கிவிடலாம். குழல் மின்மிகைப்பிகளில் இதை மிகச் சுலபமாகச் செய்யலாம். மும்முனைக் குறைகடத்தி மிகைப்பிகளில இந்த A. V. C. (தானே இயங்கு ஒலிக்கட்டுப்படுத்தும் முறை) அவ்வளவு நல்லபடியாக அமைவதில்லை.

கலப்பி எதற்காகத் தேவை என்று கவனிப்போம். வானொலி ஏற்பிகளைப்பற்றிக்கூறும்பொழுது உணர்வு நுட்பம்என்றபண்பைக் குறிப்பிடுகிறோம். இது ஒரு குறிப்பிட்ட ஒலிப்பான் திறனுக்குக் கொடுக்க வேண்டிய மின்புல வலிமையின் அளவு ஆகும். இது வானொலி அலைவெண்ணுக்கு ஏற்றவாறு மாறுதலடையும். இது

மாருமல் நிலையான மதிப்பிலிருத்தல் நல்லது வானொலி மின் மிகைப்பியில் மின்னழுத்த இலாபம் g_m $w_o LQ$. பொதுவாக, இசை ஊட்ட,மாறியல் கொண்மியை உபயோகிப்போம். ஆகவே அலை வெண் அதிகமாக,மின்னழுத்தஇலாபமும்அதிகமாகிறது. ஆகவே உணர்வு நுட்பம் மாறுகிறது. இதனை நிலையுள்ளதாக்க வானொலி அலையை ஒரு நிலையான இடை அலைவெண்ணுக்கு மாற்றி விடுகிருேம். அதாவது வானொலி அலையை ஒரு சீரிசை அலைப்பியுடன் விம்மச் செய்து, இடை அலைவெண் அலையை அடைகிருேம். இடை அலைவெண் நிலையாக இருப்பதால் அதன் மின்னழுத்த இலாபமும் நிலையாக இருக்கும். வானொலி அலைமின் மிகைப்பி, காப்பி ஆகியவைகளின் மின்னழுத்த இலாப மாறுதல்களை நாம் இசைவுச் சுற்று வழிகளின் தேர்ச்சி மூலமோ, அல்லது A.V.C மூலமோ நிலையாக்கிக் கொள்ளலாம். ஆகவே வானொலி ஏற்பியின் உணர்வு நுட்பத்தைக் கிட்டத்தட்ட எல்லா அலைவெண்களிலும் ஒரே மதிப்புள்ளதாக அமைக்க முடிகிறது. சீரிசைச் சுற்றுவழியும் கலப்பும் தனித்தனியாக இருந்தால் கலப்பி என்கிருேம். ஒரே குழலில் சீரிசைச் சுற்று வழியும் கலப்பியும் ஓரே எதிர்மின்னி ஓட்டத்தைச் சார்ந்திருப் பின் அதனை அலைமாற்றி என்று அழைக்கிருேம். அலை மாற்றி யில் ஒரு திரையில் வரும் மின்னேட்டத்தைக் கொண்டு சீரிசை அலைப்பி இயங்க வேண்டியிருக்கிறது. மின்னேட்டம் குறை வாகவே இருக்குமாதலால் சில நேரங்களில் அலைப்பி வேலை செய்யாமல் போய் விடலாம். இக் குறை குற்றலையில் வரும். நாம் ஒரே மாறியல் கொண்மியையே எல்லாப் பட்டைகளிலும் இசைவு ஊட்ட உபயோகிக்கிருேம். அலைவெண் அதிகமாஞல் இசைவு ஊட்டும் தூண்டத்தின் மதிப்பு குறைந்து விடுகிறது. அப்பொழுது துணைத் தூண்டத்தின் மதிப்பை அலைப்புக்கு ஏற்ற வாறு அமைத்தல் கடினமாகிறது. $M \approx \frac{CR}{g_m}$. இதில் g_m-ன் மதிப்பு குறைவதால் M-ன் மதிப்பு அதிகமாகிறது. தனி அலைப்பிச் சுற்று வழியில் அதிக g_m மதிப்புள்ள மும் முனையத்தை உபயோகப்படுத்திஞல், இந்தக் குறை இல்லா மல் போய்விடும். ஆகவே அலைக் கலப்பியே அலைமாற்றியை விடச் சிறந்தது.

கலப்பியிலும், மாற்றியிலும் நான்கிற்கு மேற்பட்ட கம்பி வலைகள் உள்ளன. வானொலிக் குறிப்பு வலைக்கும் அலைப்பி வலைக்கும் இடையே ஒரு திரை வலை வேண்டும்; அல்லது இவற்றுள் ஒன்றின் மின்னழுத்தங்கள் மற்றதில்

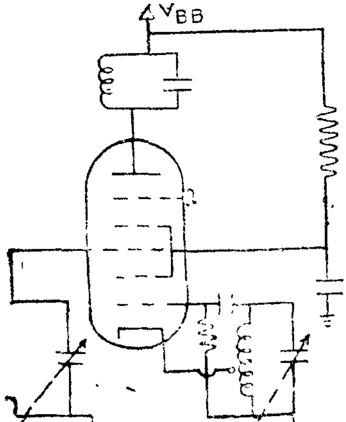
தூண்டப் பெற்று (1) மின்னழுத்த இலாபத்தைக் குறைக்கும்;



படம் 16—8 (*a*)

அலைகலப்பி

இங்கு, சீரிசை அலைப்பி தனிச் சுற்ருக இருப்பதைக் கவனிக்கவும்.



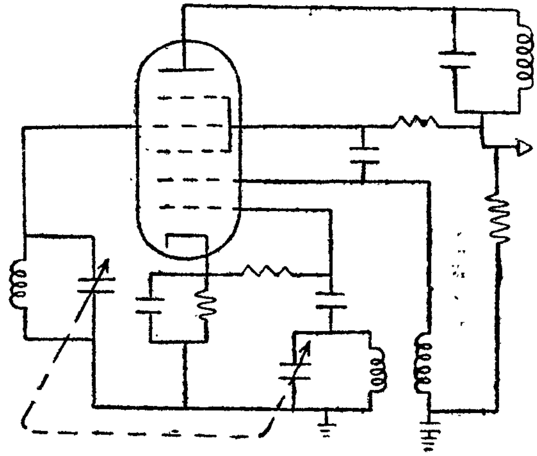
படம் 16—8 (*b*)

அலைமாற்றி

(2) அலைப்பியின் அலைவெண் மாற்றம் அடையக் கூடும். இவ்விரண்டையும் தவிர்க்க இடையே திரைவலை இருத்தல் அவசியம். சேமிப்பான் ஐம் முனையம் போல் நடக்க, அதனருகில் உள்ள வலைகள் மாறு மின்சாரம் அற்று இருக்கவேண்டும். ஆகவே குறைந்தது 4 வலைகள் இருக்க வேண்டும். ஐந்தாம் வலையை அடக்கு வலையாக உபயோகிக்கலாம். சில சுற்று வழிகள் படம் 8-ல் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன.

சில நேரங்களில் நேர்ப்பின்னூட்டக் குவிப்பு வலைப் பகுப்பான் அமைக்கலாம். இங்குச் சேமிப்பானிலிருந்து நேர்ப்பின்னூட்ட மூலம் மின் மிகைப்பியின் மின்னழுத்த இலாபத்தை அதிகரிக்கலாம். இந்த மின்னழுத்தம்

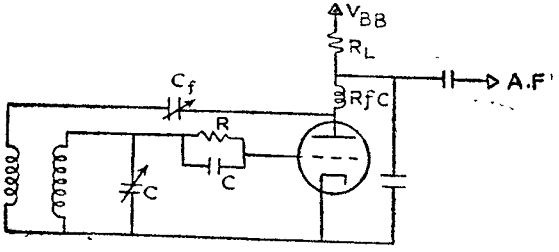
கம்பி வலை, உமிழ்வான் மின் முனைகள் இருமுனையம்போல் திருத்தும் அல்லது பகுப்புப் பணியாற்றும். இப்பண்பிறக்கிய நிகழ்ச்சி மின்னழுத்த இலாபமடைந்து சேமிப்பானை அடையும்.



படம் 16—8 (*c*)

அலைமாற்றி

இம்முறை, குறைந்தவிலை வானொலிப் பெட்டிகளிலும், வானொலிப் பரப்பி ஏற்கும் வழக்கத்தை ஒரு பொழுது போக்காகக் கொண்ட



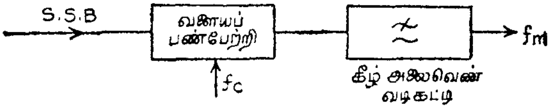
படம் 16—9

நேர்ப் பின்னூட்ட குவிப்பு வலைப் பகுப்பான்

வர்களாலும் உபயோகிக்கப்படும். பின்னூட்டத்தால் உண்டாகும் மின்னழுத்த இலாபம் $\frac{A}{1-A\beta}$ என்று பார்த்தோம். நேர்ப் பின்னூட்டமாயின் அது அலைப்பியாக மாறும் அபாயம் இருக்கிறது. இரண்டாவது நேர்ப்பின்னூட்டம் ஆதலின் மின்னழுத்த இலாபம் *A*-ன் மாற்றத்திற்கு மிக அதிகமாக மாறுதலடையும்.

A ஆனது ஒத்திசைவுச் சுற்று வழியால் அலைவெண்ணிற்கு ஏற்ற வாறு மாறுதலடையும். ஆகவே, இச் சுற்றுவழியின் மின்னழுத்த இலாபம் அலைவெண்ணிற்கு மிக அதிக மாறுதலை அடையும். அதாவது தேர்த் திறன் அதிகமாகி, பக்கப்பட்டை வெட்டுதல் அதிகமாகி, ஏற்பு முற்றிசைவு மோசமாகி விடும்.

மேலே சில வீச்சுப் பண்பேற்ற முறைகளும் பண் பிறக்க முறைகளும் கூறப்பட்டன. ஒரு பட்டை வீச்சுப் பண்பேற்ற அலையைப் பரப்பும்பொழுது அவ்வலையினின்றும் நிகழ்ச்சியை மீட்க, படம் 4 (b) சுற்றையே உபயோகிக் கிருர்கள். இதில் e_m-க்குப் பதில் ஒரு பட்டை வீச்சுப் பண்பேற்ற அலையைக் கொடுத்து, e_c-ல் ஊர்தி அலையையும் கொடுத்தால், T_2 துணைச் சுருளில் நிகழ்ச்சியையும், மற்ற அலைவெண் அலை களுடன் வரும் மற்ற அலைவெண் அலைகளையும், கீழ் அலைவெண் வடிப்பான் மூலம் நீக்கி விடலாம்.



படம் 16—10

ஒரு பக்கப்பட்டை அலைப் பண்பிறக்கம்

இப்பொழுது அலை அலைவெண் பண்பேற்றத்தை ஆராய் வோம். இங்கு ஊர்தி அலையின் அலைவெண் நிகழ்ச்சியலையின் வீச்சுக்கு ஏற்றவாறு மாறுகிறது. உதாரணமாக 1 V வீச்சினுல் 100 Hz அலைவெண் மாற்றம் உண்டானுல், 2 V வீச்சு 200 Hz மாற்றம் உண்டாக்கும்; 4V வீச்சு 400 Hz அலைவெண் மாற்றம் உண்டாக்கும். நிகழ்ச்சியின் அலைவெண் 1000 Hz இருந்து, அது 5 V வீச்சு உடையதாக இருந்தால் ஊர்தி அலையின் அலை வெண் 500 அலைவுகள் அதிகமாகி, பிறகு ஊர்தி அலைவெண் அடைந்து 500 அலைவுகள் குறைந்து, மறுபடியும் ஊர்தியின் அலை வெண் மதிப்பை அடையும். நொடிக்கு 1000 தடவை இம் மாற்றம் உண்டாகும். இந்த அலையை ஃபோரியர் முறைப்படி ஆராய்ந்தால் ஊர்தி அலை அலைவெண்ணுடன் (f_c), $f_c \pm f_m$, $f_c \pm 2f_m$,......, $f_c \pm nf_m$ ஆகிய பக்க அலைவெண்களும் உண்டா கின்றன. ஆகவே பக்கப் பட்டைகளின் அகலம் அதிகமாகிறது. இதைக் கணக்கிட m_p என்ற கோட்டப் பண்பேற்ற எண்ணை உபயோகிக்கிரேம். $m_p = \frac{\triangle f}{f_m}$. இதில் $\triangle f$ என்பது வீச்சுக்கு ஏற்றவாறு உண்டாகும் அலைவெண் மாற்றம். f_m என்பது

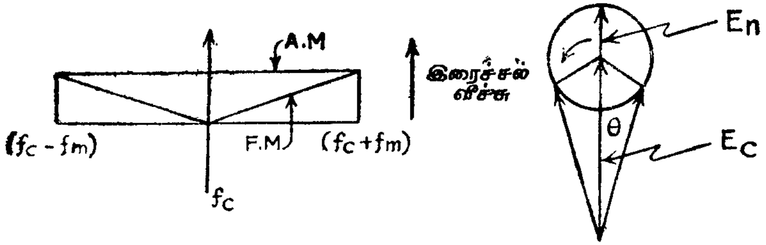
நிகழ்ச்சி அலைவெண். m_p-ன் மதிப்பிற்கேற்றவாறு முக்கியப் பக்க அலைவெண்கள் மாற்றம் அடைகின்றன. ஆகவே பட்டை அகலம் $2nf_m$ ஆகும். ஆகையால் பட்டையகலம்

m_p	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20
n	3	5	6	7	8	9	10	11	13	14	25

அட்டவணை 1 : கோட்டப் பண்பேற்ற எண்ணும் ஒரு பக்க முக்கிய அலைவெண்களின் எண்ணிக்கையும்

அதிகரிக்கிறது. ஆனால் இங்குச் சில நன்மைகள் உண்டாகின்றன. அலை அலைவெண் பண்பேற்றத்தின் பொழுது அலையின் வீச்சு மாறுதலடைவதில்லை. பண்பேற்ற மின் மிகைப்பியின் வினைத்திறன் அந்தக் கருவி C வகையில் இயலுவதால், வீச்சைப் பொறுத்திருக்கிறது. வீச்சு அதிகமானால் வினைத் திறன் அதிகமாகிறது ; வீச்சு குறைந்தால் வினைத்திறன் குறைகிறது. அலைவீச்சுப் பண்பேற்றத்தைக் கவனித்தால்,அதிக அலை வீச்சு நேர் வீச்சுப் பண்பேற்றத்தின் பொழுது ஏற்படுகிறது. ஆனால் பண்பேற்றமற்ற ஊர்தி அலை வரும்பொழுது வீச்சு குறைவாக இருப்பதால் வினைத்திறன் குறைந்திருக்கும். ஆகவே,சராசரி வினைத்திறன் குறைவாகவே இருக்கும். அதாவது குறிப்பிட்ட நேர்மின் நிரப்பித் திறனுக்கு வெளிவரும் பரப்பி அலைத்திறன் அலை அலைவெண் பண்பேற்ற முறையை விடக் குறைவாகவே இருக்கும். பொதுவாக, வானொலி அலைகளில் வந்து சேரும் இரைச்சல்கள், மற்ற இடி போன்ற இயற்கை நிகழ்ச்சிகள், மின் இணைப்பு, தடுப்பு மாறுதல்களால் உண்டாகும் பொறிகளால் உண்டாகும் வானொலி அலைகள் ஆகியவை நமக்கு வேண்டிய வானொலி அலைகளில் உருக்குலைவு உண்டாக்குகின்றன. இதனால் வானொலி ஏற்பியின் மூலம் அலையை இசைவு செய்து பண்பிறக்கி அடையும் நிகழ்ச்சியின் உருவம் இப் புறக் கலவைகளால் சிதைந்திருக்கும். பொதுவாக,இந்தப் புற இடைஞ்சல்கள் வீச்சு மாறுதலை உண்டாக்குகின்றன. ஆகவே அலை வீச்சுப் பண்பேற்ற அலையில் (A. M. wave) இவ் வீச்சு மாறுதல்கள் நிகழ்ச்சியாலான மாறுதல்களுடன் இரண்டறக் கலந்து விடுகின்றன ஆகவே இவைகளைப் பிரிக்க முடியாது. ஆகவே செவியின் உணர்வைக் கொண்டு நிகழ்ச்சியால் உண்டாகும் வீச்சு இவ்விடைஞ்சல்களால் வரும் வீச்சுகளின் மதிப்பிற்குப்பத்து

மடங்குக்கும் மேலாக இருப்பின் அவை இடைஞ்சல்களை இருக்குமிடம் தெரியாமல் அடித்துவிடும். அதாவது நிகழ்ச்சிக் குறிப்பு, இரைச்சல் ஆகியவைகளின் வீச்ச விகிதம் 10 : 1 ஆக இருக்க வேண்டும். இது வானொலிப் பொறியியல் வல்லுநர் கொள்ளும் விதி. அலை அலைவெண் பண்பேற்ற அலையில் (F. M. wave) வீச்ச மாறுதலை நாம் கவனிப்பதில்லை; அலைவெண் மாறுதலையே கவனிக்கிறோம். இடைஞ்சல்களின் வீச்சு, ஊர்தி அலையின் வீச்சில் பாதி மதிப்பாக இருக்கட்டும். இதனால் உண்டாகும் ஒருதலை வீச்சுக் கோணமாற்றம் 30° அல்லது 1/2ரேடியன் ஆகும்.



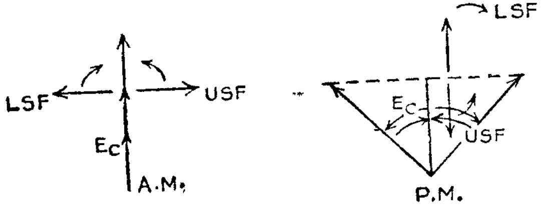
படம் 16—11.

அதிர்வெண் இரைச்சல் வீச்சு மாறுதல் — திசையளவி விளக்கம் இரைச்சலால் வரும் கோண மாற்றம்

இதில் உண்டாகும் அலைவெண் மாற்றம் $\frac{1}{2\pi}\frac{d\theta}{dt} = \frac{\theta}{2\pi} \times 2\pi f$ $= f\theta$. அதாவது இடைஞ்சலின் அலைவெண் ஊர்தி அலையிலிருந்து விலக, விலக, அலைவெண் மாற்றம் அதிகமாகிறது இவ்வலைவெண் மாற்றமே நிகழ்ச்சியில் வரும் அலைவெண் மாற்றத்துடன் இரண்டறக் கலந்து குழப்பம் உண்டாக்கும். f_m என்கிற அதிகப் பண்பேற்றும் அலைவெண்ணில், *A. M.*, *F. M* ஆகியவைகளின் நிகழ்ச்சி இரைச்சல் விகிதம் (*S/N*) ஒன்றாக இருக்கட்டும். இதிலிருந்தே மொத்த இரைச்சல் திறன் *F.M.*-ல், *A.M.* ஐ விட மூன்றிலொரு பங்குதான் என்பதை நாம் காணலாம். மேலும் *F. M.*-ல் பட்டை அகலத்தை அதிகமாக்கிக் கொண்டே போகலாம். இதனால் இரைச்சல் அதிகமாகுமே என்ற கவலை வேண்டாம். ஏனென்றால் அலைவெண் 15 KHz-க்கு மேலே போய் விட்டால் செவியால் உணர முடியாது. ஆகவே, இவ்விரைச்சல்களை நம் காதால் கேட்க முடியாது. ஆனால் பட்டை அகலம் அதிகமாவதால் m_b அதிகமாகி *S/N* அதிகமாகிறது. அகவே *F.M.*-ல் பல நன்மைகள் உள்ளன. இதில் உள்ள ஒரே தீமை என்னவென்றால் பட்டை அகலம் அதிகமாக வேண்டியிருப்பது ஆகும். பட்டையகலம் $2(\triangle f + f_m$

இதில் உச்ச வீச்சு அலைவெண் மாற்றம் Δf, f_m என்பது நிகழ்ச்சியில் வரும் உச்ச அலைவெண் ஆகும்.

இப்பொழுது m_p அரைக்கும் குறைவாக இருந்தால் பக்க அலைவெண் எண்ணிக்கை மூன்றுதான் நிற்கும். *A. M*-ல் பக்க அலைவெண் எண்ணிக்கை எப்பொழுதுமே ஒன்றுதான். ஆகவே இவைகளின் வேற்றுமையை ஆராய்வோம்.

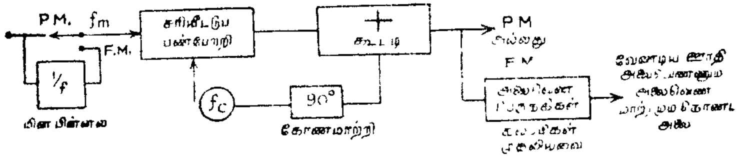


படம் 16—12.

நேறிய வடிவங்கள்

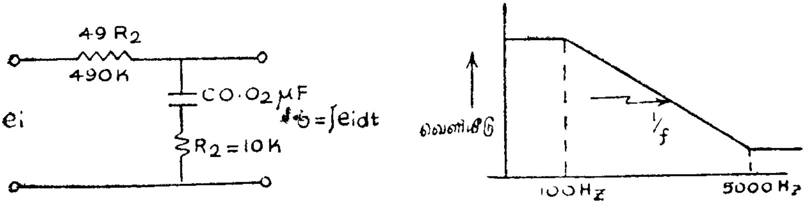
படம் 12-ல் E_C என்பது ஊர்தி அலையின் நேறியம். *USF* என்பது $f_c + f_m$; அதாவது மேல் பக்க அலைவெண். *LSF* என்பது $f_c - f_m$; அதாவது கீழ்ப் பக்க அலைவெண். ஆகவே *USF* ஊர்தி நேறியத்திற்குச் சார்ந்து இடமாக f_m அலைவெண்ணில் சுற்றும். *LSF* வலமாக f_m அலைவெண்ணில் சுற்றும். இவ்விரண்டின் விளைவு ஊர்தி நேறியத் திசையிலேயே பொருந்தும். ஆகவே மொத்த விளைவு ஊர்தி நேறியம் நீண்டும் சுருங்கியும் நீண்டும் வரும். இதுவே *A.M* அல்லது வீச்சுப் பண்பேற்றம் ஆகும் கோட்டப் பண்பேற்றத்தில் (*P. M.*) மேல் கீழ்ப்பக்க அலைவெண் திசையளாவிகளின் விளைவு ஊர்தி நேறியத்திற்குச் செங்குத்துத் திசையிலமைகிறது. ஆகவே மொத்த விளைவு ஊர்தி நேறியம் முன்னும் பின்னும் f_m தடவை ஊசலாடுவதே ஆகும். இது கோட்டப் பண்பேற்றம் ஆகும். நாம் இரைச்சல் ஆராய்ச்சியின் பொழுது ஒரு குறிப்பிட்ட கோணப் பண்பேற்றத்தின் f மடங்கு, அலைவெண் பண்பேற்றமென்று கண்டோம்; அல்லது அலைவெண் பண்பேற்றம் வேண்டின், கோட்டப் பண்பேற்றத்தால் வரும் கோணப் பண்பேற்றும் நிகழ்ச்சி அலைவெண்ணின் தலைகீழ் விகிதமாக அமைய வேண்டும். இதைச் செய்ய முடியுமானால் அலைவெண் பண்பேற்றம் செய்யமுடியும். படம் 12-லிருந்து நாம் சரியீட்டுப் பண்பேற்றி மூலம் *USF*, *LSF* மட்டும் அடையலாம். பிறகு ஊர்தி அலையை 90° திசைமாற்றி *USF*, *LSF* களுடன் சேர்த்தால் *P.M.* கிடைக்கிறது.

படம் 13-ல் ஆர்ம்ஸ்ட்ராங் முறை காட்டப்பட்டுள்ளது. உதாரணத்திற்கு நாம் 100—5000 Hz உள்ள அலைவெண் நிகழ்ச்சிகளிலே மட்டும் கருத்துக் கொண்டதாக வைத்துக் கொள்வோம். கடைசியாக நமக்கு 75 KHz அலைவெண் மாறுதலுள்ள 45 MHz ஊர்தி அலை வேண்டுமென்று கொள்வோம்.



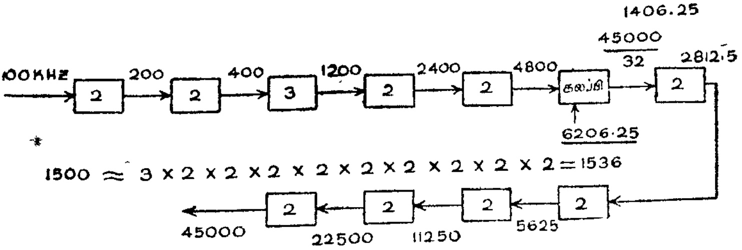
படம் 16—13.

ஆர்ம்ஸ்ட்ராங் முறை



படம் 16—14 (*a*)

$\frac{1}{f}$ மாறுதலளிக்கும் மின்சுற்றுவழியும் அதன் குறுக்குச் சார்பும்



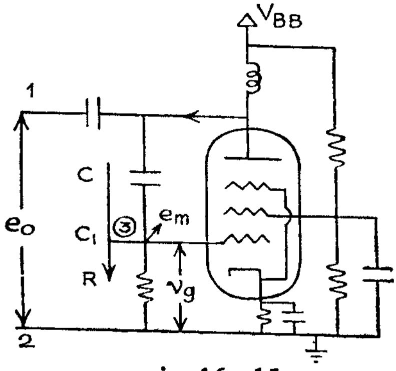
படம் 16—14 (*b*)

பெருக்கல், கலப்பித் தொடர்.

பின்னல் 100 Hz-லிருந்து துவங்கவேண்டும். 100 Hz அலைக்கு, 75 KHz அலைவெண் மாற்றத்திற்கு வேண்டிய கோண மாற்றம் 750 ரேடியன். ஆனால் இங்கு வரும் கோணம் $\frac{1}{2}$ ரேடியன். ஆகவே பெருக்க எண் 1500. துவக்க ஊர்தி

அலை 30 KHz ஆனால் பெருக்க முடிவில் 30 × 1500 = 45 MHz வந்து விடும். ஆகவே இந்தச் சுற்றுவழியில் கலப்பி தேவையில்லை. அதுவே மூல ஊர்தியின் அலைவெண் 100 KHz ஆயின், கலப்பியற்ற நிலையில் கடைசியில் வெளிவரும் ஊர்தி அலையின் அலைவெண் 150 MHz ஆகிவிடும்.

மற்றொரு வகை அலைவெண் பண்பேற்றத்தில் எதிர் விணைப்புக் குழல் பண்பேற்றி உபயோகப்படுகிறது. இங்கு ஐம்முனையம் எடுத்துக் கொண்டு ஒரு கொண்மி மூலம் சேமிப்பானைக் கட்டுப்பாட்டு வலைக்கு இணைக்கிறோம். க. வலைக்கும் உமிழ்வானுக்கும் இடையே ஒரு தடை R ஐ வைக்கிறோம். ஐம்முனையத்தில் சேமிப்பான் மின்னோட்டம், சேமிப்பான் மின்னழுத்தத்திற்குச் சார்பற்றிருக்கிறது ஆகவே, ஒரு சீரிசை அலைப்பியின் ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழி 1, 2 என்ற முனைகளில இணைக்கப்பட்டால் அதில் உண்டாகும் மாறு மின்னழுத்தம் e_p, 1, 2 முனைகளை அடைகிறது இசைவுச் சுற்றுவழியின் கோண அலைவெண்ணில் C-ன் மறுப்பு, தடையை விட மிக அதிகமானல் $I_i = jw Ce_p$. $v_g = I_1 R = jw C Re_p$; $i_p = g_m e_g = jwCR\, g_m e_p$. எதிர்விணைப்புக் குழலின் மறுப்பு $= \frac{e_p}{i_p} = \frac{1}{jwC\, Rg_m}$.



படம் 16—15.
எதிர்விணைப்புக் குழல்

அதாவது, எதிர்விணைப்புக் குழல் ஒரு கொண்மி போல் அமைகிறது. இக் கொண்மியின் கொண்மம் $CR\, g_m = C_{eq}$. மேல் சொன்ன உதாரணம் போல் ஊர்தி அலை 45 MHz என்று கொள்வோம். $R = 5000$ ஓம்.

$\frac{1}{wC} > > R$ அல்லது $\frac{1}{wC} = 10\, R$ என்று எடுத்துக் கொள்வோம். அப்பொழுது C-ன் மதிப்பு$= \frac{1}{2\pi\, 45 \times 10^6 \times 10 \times 5000}$

$= \cdot 07067\, pF.$

இது மிகக் குறைவாகத் தோன்றினால், C ஐ $7\,pF$ ஆகக் கொண்டால், R ஐ 50 ஓம் ஆக மாற்ற வேண்டும்.

$$w_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}};\ w = \frac{1}{\sqrt{L\,(C + C_{eq})}} = \frac{\left(1 - \frac{1}{2}\,\frac{C_{eq}}{C}\right)}{\sqrt{LC}}$$

அல்லது $\frac{w}{w_0} = 1 - \frac{1}{2}\,\frac{C_{eq}}{C}$; $\frac{\triangle w}{w_0} = \frac{\triangle f}{f_0} = \frac{1}{2}\,\frac{C_{eq}}{C}$

ஆகவே $\frac{C_{eq}}{C} = \frac{2\,\triangle f}{f_0} = \frac{150}{45000} = \frac{1}{300}$

C ஆனது $90\,pF$ ஆனால் $C_{eq} = 0{\cdot}3\,pF$.

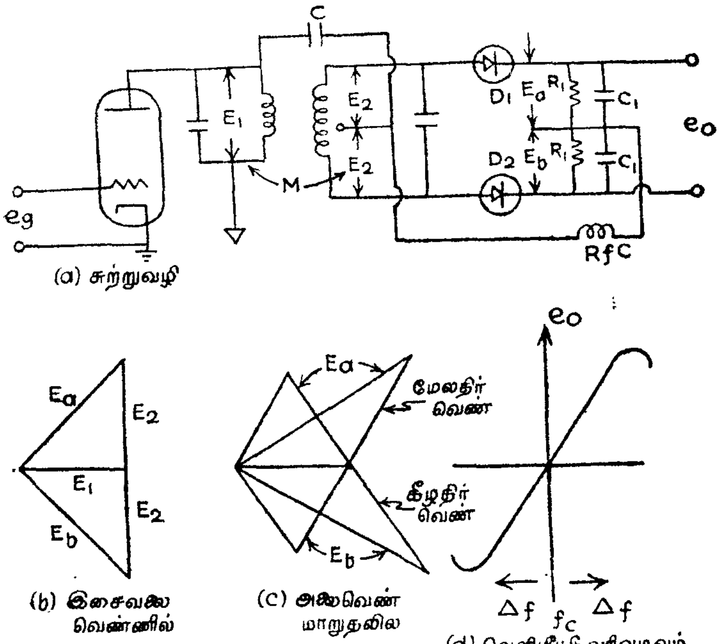
ஆகவே, g_m மாறுதல் $= \frac{0{\cdot}3}{7 \times 50} = 0{\cdot}86\ mA/V$

முறை 3-ல் பண்பேற்றும் நிகழ்ச்சி அலையைக் கொடுத்து g_m மாறுதலை ஏற்படுத்தவேண்டும். இந்த அமைப்பு மிக எளிதாக இருக்கிறது. ஆனால் g_m, E_m மாறுதல் நேர் கோட்டிணைப்பாக இருத்தல் வேண்டும். மற்றும் E_m இல்லாத பொழுது ஒரு சார்பு மின்னழுத்தத்தால் ஒரு நிலையான சம கொண்மி, இசைவுச் சுற்றுவழியை இணைக்கிறது. இதனை நீக்க ஒரு தள்ளு - இழு முறைச் சுற்றுவழியை உபயோகிக்கலாம் இதனால் இந்த நிலையான கொண்மியையும் g_m, E_c மாறுபாட்டின் நேர் கோடற்ற இயல்பினால் வரும் குலைவுகளையும் மிகவும் குறைத்து விடலாம். பண்பேற்றிய அலையைத் தேவையான திறனளவுக்குப் பெருக்கி, பிறகு வானொலி அலைகளாகப் பரப்பலாம்.

இவ்வலைகளை ஏற்பி மூலம் வாங்கி, நாம் நிகழ்ச்சியைப் பெற வேண்டும் F. M. அலைகளின் வீச்சு நிலையாக இருத்தலால் படம் 5-ல் காட்டிய பகுப்பான் முறை பயன்படாது. முதலில் அலைவெண் மாற்றத்தை வீச்சு மற்றமாக்க வேண்டும். பிறகு, படம் 5-ல் உள்ள சுற்றுவழியை உபயோகித்து நிகழ்ச்சியைப் பெறலாம். இதற்கு முக்கியமாக இரண்டு சுற்றுவழிகள் பயன் படுகின்றன. ஒன்று பாஸ்டர்-ஸீலி சுற்றுவழி ; மற்றது விகித பகுப்பான் சுற்றுவழி. இரண்டின் கொள்கைகளும் ஒன்றே தான்.

இங்கு, ஒரே இசைவலைவெண்ணுள்ள இரண்டு இசைவுச் சுற்றுவழிகள் துணைத் தூண்டத்தால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

இசைவு அலைவெண்ணில் மின்னழுத்தங்கள் படம் 16 (b)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போலமைந்துள்ளன. ஆகவே $E_a = E_b$ ஆகும். வெளியிட்டில் இவை எதிர்த்து நிற்பதால் மின்னழுத்த



(a) சுற்றுவழி

(b) இசைவலை வெண்ணில்

(c) அலைவெண் மாறுதலில

(d) வெளியீட்டு வரிவடிவம்

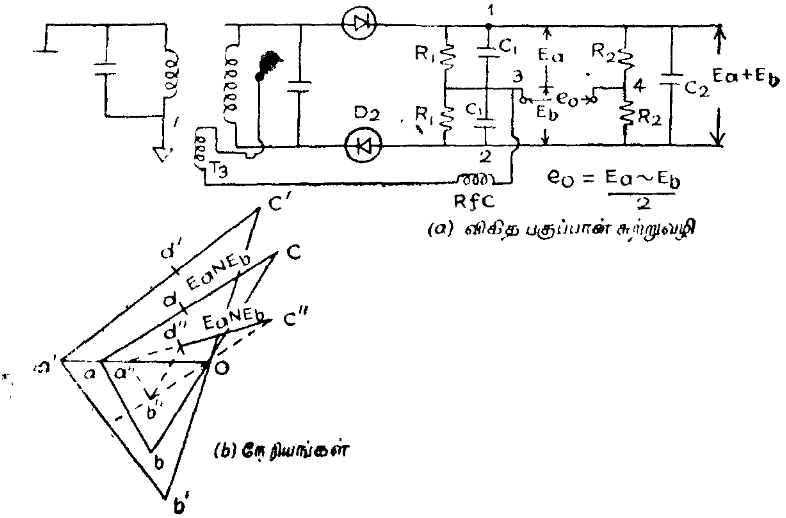
படம் 16—16.

மின்னழுத்தங்களின் திசையளவிகள்.
பாஸ்டர்-ஸீலி பாகுபடுத்தி

வேற்றுமை ஏற்படுவதில்லை. அலைவெண் மாற்றமேற்பட்டதும் E_2-ன் கட்டம் மாறுதலடைகிறது. இதனுல் வீச்சு மாற வில்லையானுலும் கட்ட வேறுபாட்டால் E_a, E_b ஆகியவைகளின் வீச்சு வேறுபாடடைந்து வெளியீட்டில் மின்னழுத்த வேற்றுமை உண்டாகிறது. அலைவெண் வீச்சு வேறுபாட்டை ஓரடுக்குச் சார்பாக்க E_2/E_1 விகிதத்தையும், M-ன் மதிப்பையும் சரியாக அமைக்க வேண்டும். வழக்கத்திலிருக்கும் அமைப்பு $E_2 = E_1$; $Qk = 1{\cdot}5$; $Q = \dfrac{f_0}{2\Delta f}$ என்னும் விதிகள் ஆகும். இவைகளைக் கொண்டு சுற்றுவழியின் மின் உறுப்புகளின்மதிப்பைக் கணக்கிட முடியும். வெளியீட்டின் வீச்சு e_g ஐயும் பொறுத்து இருக்கிறது. e_g மாறினுலும் வெளியீடு மாறும். இதைத் தவிர்க்க வேண்டும்.

ஆகவே e_g ஐ ஒரு வரம்பிருத்தியின் மூலம் நாம் அடைய வேண்டும். இவ் வரம்பிருத்தியின் உள்ளீடு எந்த வீச்சுடைய தாக இருப்பினும் வெளியீட்டின் வீச்சு ஒரு நிலையான மதிப்புள்ள தாக இருக்கும். ஆகவே *F. M.* வானொலி ஏற்பியில் பாகு படுத்திக்கு முன் ஒரு வரம்பிருத்தி அமைத்தாக வேண்டும்.

வரம்பிருத்தியை, நீக்கவும் *A. V. C.* பெறவும், படம் 16-ன் சுற்றுவழியில் ஒரு சிறு மாற்றம் ஏற்படுத்தலாம். படம் 17 ஐக்



(a) விகித பகுப்பான் சுற்றுவழி

(b) நேரியங்கள்

படம் 16—17

கவனித்தால் D_2-ன் முனைகள் மாற்றி அமைக்கப்பட்டிருப்பது தெரியும். T_3, மூலச் சுற்றுவழியின் நேரிணைப்பைத் தவிர்க்க உபயோகப்படுகிறது. மற்றப்படி சுற்றின் செய்கை, படம் 16-க்கு மாறுபடுவதில்லை. D_2 ஐ மாற்றி இணைப்பதால் 1, 2 முனைகளுக்கிடையே $E_a + E_b$ வருகிறது. இதனால் C_2 மின்னேற்றமடைகிறது. 4, 2-க்கிடையே, $\frac{E_a + E_b}{2}$ வருகிறது.

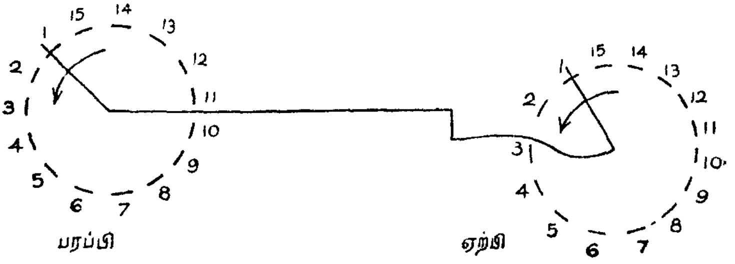
ஆகவே 3, 4-க்கு இடையே, $E_b - \frac{E_a + E_b}{2} = \frac{E_b - E_a}{2}$ வருகிறது.

அதாவது, பாஸ்டர்-ஸீலி பாகுபடுத்தியின் மின்னழுத்தத்தில் பாதிதான் கிடைக்கிறது. ஆனால் 4, 1 அல்லது 4, 2 இடையே

ஒரு நேர் மின்சாரம் A.V.C.-க்குப் பயன்படக் கிடைக்கிறது. C_2 அதிக மதிப்புள்ள கொண்மி. ஆகவே விரைவில் அதில் மின்னழுத்த ஏற்றமோ இறக்கமோ ஏற்படுத்த முடியாது விரைவு என்பது நிகழ்ச்சி அலைவு நேரத்திற்கு ஒப்பிடும் பொழுதாகும். A. V. C. அல்லாமலும் e_o E_1, E_2-ன் வீச்சு மாறுதலுக்குச் சார்பற்றதாகச் செய்யலாம். படம் 17 (b)-ல் சில நேரியங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. a,b,c என்பன சாதாரண மாக எதிர்பார்க்கும் வீச்சுக்கு வரும் நேரியங்கள். $dc = E_a \sim E_b$. வீச்சு அதிகமாகும்பொழுது காட்டப்படும் அளவிகள் a', b', c'. வீச்சு அதிகமாகும்பொழுது $E_a' + E_b'$, C_2 மின்னழுத்தத்தைவிட அதிகமாகிறது. ஆகவேC_2-ல் மின்னேற்றமுண்டாகிறது. இம் மின்னோட்டம் E_a, E_b-லிருந்தே வரவேண்டும். ஆகவே அவை களின் சுமை அதிகமாகிறது. அதனுல் சுற்று வழியின் குணங் காட்டி குறைகிறது. ஆகவே,E_2-ன் கோண மாற்றம் குறைகிறது. $d'c' = E_a \sim E_b$. $d'c'$-ம்,dc-ம் ஒரே அளவினவாக இருப்பதைக் காணலாம். அதேபோல் வீச்சுக் குறைவு ஏற்பட்டால் $E_a + E_b$ குறைகிறது. இப்பொழுது C_2-ன் மின்னழுத்தம் வேறு பாடடைய முடியாததால் D_1, D_2 குழல்கள் எளிதில் மின்னோட்டமுண்டாக்குவதில்லை. அதனுல் E_1, E_2-க்களின் சுமை குறைந்து குணங்காட்டி அதிகமாகிறது ; ஆகவே கோண வேறுபாடும் அதிகமாகிறது. இது $a''b''c''$ எனக் காட்டப் பட்டுள்ளது. இங்கு $d''c'' = E_a - E_b$. இதுவும் கிட்டத்தட்ட dc-ன் மதிப்புள்ளதாக இருப்பதைக் காணலாம். ஆகவே, ஒரு வரம்புக்குள்ளான வீச்ச வேறுபாடுகளை விகிதப் பகுப்பான் தன் னுள் அடக்கிக்கொண்டு நிலையான வெளியீட்டு மின்னழுத்தமளிக் கிறது. அதிக வீச்சு வேறுபாட்டை A.V.C. மூலம் கட்டுப் படுத்தலாம். அதனுல் F.M. வானெலி மின் ஏற்பியின் சுற்று வழி குறைந்த விலையுள்ளதாக வெளிவர முடியும்.

துடிப்புத் தொலைத் தொடர்பு முறைகள் : ஷானன் என்பவர் கூறு தத்துவத்தை வெளிப்படுத்தினுர். இதன்படி ஒரு நிகழ்ச்சியின் உச்ச அலைவெண் f_m ஆனுல், அந் நிகழ்ச்சியை நொடிக்கு $2f_m$ கூறுகள் கொண்டு அறியமுடியும். இக் கூறுகளைக் கீழலைவெண் வடிப்பான் மூலம் செலுத்தி நிகழ்ச்சி வடிவத்தைத் திரும்பப் பெறலாம். ஆகவே, நேரத்தினுள் தொடர்ச்சியான மாறுதலடையும் தன்மையுள்ள நிகழ்ச்சியைப் பல கூறுத் துடிப்புகள் மூலம் செலுத்தலாம். ஒரு தொலைத் தொடர்பு இணைப்பில் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு பல்வேறு நிகழ்ச்சி களை அனுப்ப முடியுமோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு இவ்விணைப்பை அதிக வினைத்திறனுடன் உபயோகிக்க முடிகிறது. இவ்வாறு பல

நிகழ்ச்சிகளை ஒரே இணைப்பில் அனுப்புவதை இணைப்பெருக்கம் எனலாம். அலைவெண் இணைப்பெருக்கம் இதில் ஒரு வகை ஆகும். இதில் பல்வேறு நிகழ்ச்சிகளை ஒரு பக்கப்பட்டை வீச்சுப் பண்பேற்றம் மூலம் அலைவெண் வரிசையில் பல இடங்களுக்கு மாற்றிவிடுகிறது. உதாரணமாக 12 வழி ஊர்தித் தொலைபேசியில் 60 — 108 KHz பட்டையில் ஒவ்வொரு வழியும் 4 KHz பட்டையகலமுள்ளதாக 12 இணைகளை உண்டாக்கலாம்; 4 MHz பட்டையகலத்தில் 960 இணைகளை உண்டாக்கலாம். இவையெல்லாம் வெளித் தோற்றத்தில் ஒரே ஓர் இணைப்பாக உள்ள பாதையில் செல்லும். இணைப்பெருக்கத்தின் மற்றொரு வழி துடிப்புத் தொடர்பு. துடிப்பின் நிலைநேரம் T நொடியாக இருக்கட்டும். துடிப்பு நொடிக்கு $2f_m$ தடவைகள் வருகிறது. அதாவது ஒரு வழியின் இரு அண்டைத் துடிப்புகளின் இடைநேரம் $\frac{1}{2f_m}$. ஒரு துடிப்பு இருக்கும் நேரம் T ஆகவே இவ்விடை நேரத்தில் $\frac{1}{2f_mT}$ துடிப்புகளைப் பொருத்தலாம். N நிகழ்ச்சிகளை நேரப்பகுப்பு இணைப்பெருக்கம் செய்வதாக எடுத்துக்கொள்வோம் ஒரு வட்டப் பரவியில் ஒரு புருசு மூலம் நிகழ்ச்சிகளை

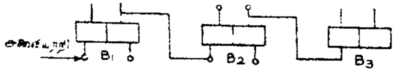


படம் 16—18

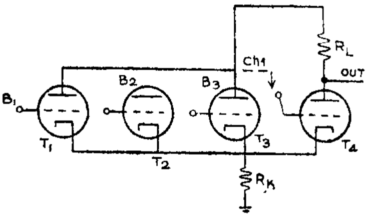
துடிப்புப் பண்பேற்ற உதாரணம்

ஒன்றன் பின் ஒன்றாக இணைப்புக்கு இணைக்கிறோம். ஆகவே இணைப்பில், முதலில், முதல் நிகழ்ச்சியின் கூறு, பிறகு இரண்டாவது, ... இவ்வாறாக 15-ம் முடிந்தபின், மறுபடியும் 1, 2 ... என்று ஒவ்வொரு நிகழ்ச்சியின் கூறும் வரிசையாக வருகிறது. ஏற்பியில் இதேபோல் மற்றொரு வட்டப் பரவி இணைப்பை ஒவ்வொரு வழிக்கும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக இணைக்கிறது. பரப்பியில் முதல் துண்டில் வரும் நிகழ்ச்சி ஏற்பியின் முதல் துண்டில் வரவேண்டும். அதாவது இரண்டு பரவிகளும் கடிகாரங்களைப்போல் ஒரே மணியைக் காட்ட வேண்டும்.

அதற்கு இரண்டும் ஒரே வேகத்தில் சுற்றினுல் மட்டும் போதாது. ஒரே கோண இணக்கத்துடனும் சுற்ற வேண்டும். இதற்காக இணக்கப் பொருத்த மின்துடிப்புகள் பரப்பியிலிருந்து ஏற்பிக்கு வந்து இரண்டு பரவிகளுக்கும் இணக்கம் ஏற்படுத்தும். இணக்கப் பொருத்தத்திற்காக ஒரு துண்டு உபயோகப்பட்டுவிடும். மற்ருெரு துண்டில் எல்லா நிகழ்ச்சிகளிலும் எதிர்பார்க்கப்படும் அதிக வீச்சுத் துடிப்பு அனுப்பப்படும். இதைக் கொண்டு ஏற்பித் துண்டுகளில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் மின்மிகைப்பிகளின் மின்னழுத்த இலாபத்தைச் சரியாகப் பொருத்திவிடலாம். அதாவது எல்லா மின்மிகைப்பிகளின் இலாபங்களையும் தாமாகவே சரிக்கட்டிவிடச் செய்யலாம். இயந்திரச் சுழல்கள் அதிக வேகமாகச் சுற்றமுடியாது. ஆகவே இந்த முறை மிகவும் நிதானமாக மாறுதலடையும் நிகழ்ச்சிகளின் கூறுகளாக உபயோகப்படும். நிகழ்ச்சி அலைவெண் அதிகமானுல் எதிர்மின்னிச் சுற்றுவழிகள் மூலம் கூறுகளை ஆராயவேண்டும். இதனை இருநிலைப்பாட்டுப் பல்லதிர்விகளின் இணைப்பைக் கொண்டு கூறெடுக்கலாம்.



	B_1	B_2	B_3
0	0	0	0
1	1	0	0
2	0	1	0
3	1	1	0
4	0	0	1
5	1	0	1
6	0	1	1
7	1	1	1
8	0	0	0

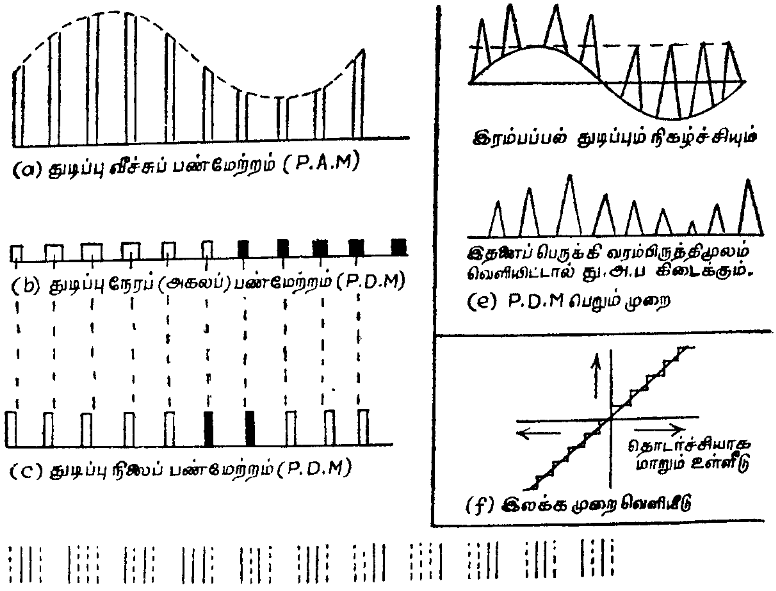


படம் 16—19

8 நிகழ்ச்சிகள் நேரப் பாகுபாடு இணைப்பெருக்கம்

உதாரணமாக 8 நிகழ்ச்சிகளை நேரப் பகுப்பிணைப் பெருக்கம் செய்வதாக எடுத்துக் கொள்வோம். $2 \times 8 \times f_m$ அலைவெண் கொண்ட கடியார அலைப்பியைக் கொண்டு ஈரெண் எண்ணி அடுக்கைச் செயல்பட வைக்கவேண்டும். முதல் நிகழ்ச்சியின் அடையாளம் 0 0 0. ஆகவே T_1, T_2, T_3 ஆகிய 3 மும்முனையங்களின் க. வலைகளுக்கு இம் மூன்று ஈரெண் எண்ணியிலிருந்தும் மின்னழுத்தம் வருகிறது. அடையாளம் 0 0 0 ஆகும்பொழுது மூன்று குழல்கள் வெட்டு மின்னழுத்தத்தால் காப்பியாகின்றன. மற்ற அடையாள எண்களில் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மும்முனையங்கள் கடத்தியாகி, R_k தடையில் அதிக

மின்னழுத்தம் உண்டாகும். அதனுல் குழல் T_4 காப்பியாகி, நிகழ்ச்சி அலை மின்மிகைப்பற்றுப் போய்விடும். 0 0 0 வரும் பொழுதுதான் T_4 கடத்தியாகி, நிகழ்ச்சி அலை மின் பெருக்கமடைந்து, வெளியீட்டில் வரும். R_L என்னும் வெளியீட்டுச் சுமை T_4 போன்ற ஒவ்வொரு நிகழ்ச்சி இணைப்புக் குழல்களுக்கும் பொதுவான சுமை ஆகும். ஆனுல் நிகழ்ச்சிக் குழல்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்ருகக் கடத்தியாவதால் நிகழ்ச்சிகளின் கூறுகள் அந்தந்தக் காலவரையில் வெளியீட்டில் வரும்.



படம் 16—20

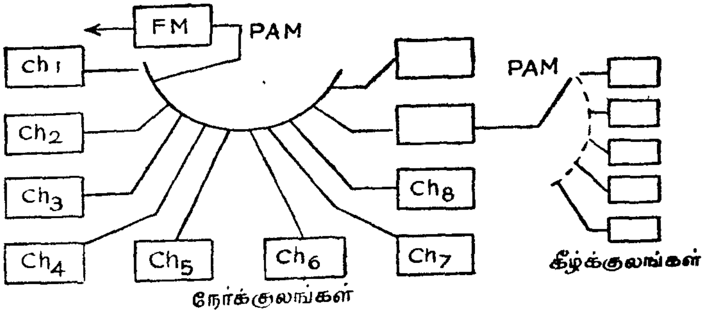
பலவகைத் துடிப்புப் பண்பேற்ற அலைகளின் வடிவங்கள்

துடிப்பு வீச்சுப் பண்பேற்றமடைய நிகழ்ச்சியுடன் நேர் மின்னழுத்தம் கலந்தளித்து, வீச்சு ஒரு பக்கமாகவே இருக்கும்படி அமைக்கவேண்டும். அப்பொழுது வழிக் கூறின் வடிவம் அப்படியே துடிப்பு வீச்சுப் பண்பேற்ற வடிவமாக அமைந்துவிடும். துடிப்பு நேரம் அல்லது அகலப் பண்பேற்ற அலைகளை வீச்சுப் பண்பேற்றத் துடிப்பைக் கொண்டு அடைய முடியும்; அல்லது இரம்பப் பல் வடிவத் துடிப்பை நிகழ்ச்சியுடன் கலந்து கொடுத்து வெளிவரும் துடிப்புகளை வரம்பிருத்தியிலிட்டால் அகலப் பண்பேற்றத் துடிப்புகள் கிடைக்கும். துடிப்பு

நிலைப் பண்பேற்றம் அகலப்பண்பேற்றத் துடிப்புகளைக் கொண்டு நாம் அடையலாம். சங்கேதப் பண்பேற்றம் என்பது, வீச்சுப் பண்பேற்றத் துடிப்பின் வீச்சுக்கேற்றவாறு ஈரெண் கணித எண்கள் கொண்டு, இவ்வெண்களுக்கேற்றவாறு துடிப்புகளை அனுப்புவது ஆகும். 7 ஸ்தான ஈரெண் கணிதம் தசம ஸ்தானப்படி 128 ஆகிறது. ஆகவே வீச்சை 128 பாகங்களாக்கி, ஒவ்வொரு பாகத்திலும் பாதிக்குக் கீழ் உள்ளதைக் கீழ்மட்டமாகவும், பாதிக்கு மேற்பட்டதை மேல்மட்டமாகவும் எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். இதனால் வெளியீட்டைக் கொண்டு உள்ளீட்டின் மதிப்பைக் கணக்கிடும்பொழுது பிழையுண்டாகிறது. இலக்க அடுக்களவு S என்றால் பிழை $-S/2$-லிருந்து $+S/2$ வரை இருக்கும். இதனால் உண்டாகும் பிழை மதிப்பு $\sqrt{\frac{S^2}{12}}$ ஆகும். மற்றப்படி சங்கேதத் துடிப்புகள் பொறுத்தவரை, நாம், துடிப்பு இருக்கிறது அல்லது இல்லை என்கிற நிச்சயத்திற்கு வரவேண்டுமே ஒழிய, துடிப்பின் வீச்ச வேறுபாடு அல்லது அகல வேறுபாடு ஆகியவற்றைக் கணக்கிட வேண்டியதில்லை. ஆகையால், பரப்பப்படும் பொழுது உண்டாகும் இரைச்சல் முதலியவைகளால் ஆகும் உருக்குலைவுத் துடிப்பினைப் பகுப்பதற்கு இடைஞ்சல் இல்லாமல் போய்விடும். ஆகவே, துடிப்புப் பண்பேற்ற முறைகளில் சங்கேதப் பண்பேற்ற முறையே மிகச் சிறந்தது. சங்கேதக் குறியிடும்பொழுது உண்டாகும் இலக்க வீச்சுக் குறியீட்டுத் தவறுகளே பிழைகளாகவும் 'இரைச்சலாக'வும் நிற்கும். அடிப்படை அளவு S குறையக் குறைய இப் பிழையும் குறைந்துகொண்டே வரும். வரிவடிவங்களைப் பார்ப்பதிலிருந்து இரைச்சல் பொறுத்தவரை வீச்சுப் பண்பேற்றத் துடிப்பு முறை அலை வீச்சுப் பண்பேற்ற முறையைப் போலவும்,அகலப் பண்பேற்றத் துடிப்பு முறை அலை அலைவெண் பண்பேற்றத் முறையைப் போலவும் அமையும். இதனால் வீச்சுப் பண்பேற்ற முறை அலை பரப்பும் பொழுது, மற்றத் தேவைகளுக்கு ஊறின்றி எவ்வளவு குறைந்த பட்டை அகலம் கொள்வோமோ, அவ்வளவும் இரைச்சலைக் குறைக்க உபயோகமாகும். அகலப் பண்பேற்றத் துடிப்பில் அலைவெண் பட்டை அகலம் எவ்வளவு அதிகமாகிறதோ அவ்வளவு இரைச்சல் குறைப்பு உண்டாகும்.

பண்பேற்றத் துடிப்புகளைப் பரப்ப, கம்பிகளாலான செலுத்துகை அல்லது செலுத்தும் கம்பிகள் தேவை. வானொலி அலைகளாகப் பரப்ப வேண்டுமானால் இத் துடிப்புகளைக் கொண்டு

ஊர்தி அலையை இணையான பண்பேற்றம்(வீச்சுப் பண்பேற்றமோ அலைவெண் பண்பேற்றமோ) செய்து அலைபரப்புகிறார்கள். இதற்குக் குலப் பண்பேற்றம் என்பது பெயர். *P.A.M./F.M, P.D. M./A.M., P.D.M./F.M.* என்கிற பெயர்களில் இது வரும். பண்பேற்றிய துடிப்புகளுக்கு இணை குலப் பண்பேற்றமளிப்பது.



படம் 16—21

P.A.M/P.A.M/F.M. முறை

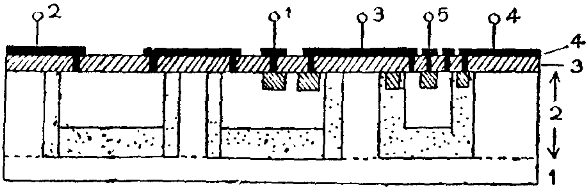
சில நேரங்களில் *P.A.M. /P.A.M/F M.* என்ற அமைப்பும் வரலாம். இணைப் பெருக்க அமைப்பில் ஒரு பட்டையகலக் கட்டுப்பாடு வருகிறது. பல நிகழ்ச்சிகளை நாம் எடுத்துக்கொள்ளும் பொழுது எந்த நிகழ்ச்சிக்கு அதிகப் பட்டையகலம் வேண்டுமோ அதே பட்டையகலம் மற்ற நிகழ்ச்சிகளுக்கும் அளித்தாக வேண்டும். இதனால் சில நிகழ்ச்சிகளின் அதிக அலைவெண் 10 Hz என்று வைத்துக் கொள்வோம்; மற்ற நிகழ்ச்சிகள் 3000 Hz என்று வைத்துக் கொள்வோம். 10 Hz நிகழ்ச்சிக்கு 3000 Hz பட்டை அகலமளிப்பது வீணாகும். அப்பொழுது இந்தக் குறைவலைவெண் நிகழ்ச்சிகளை ஒன்றுசேர்த்து இந்தக் குலத்திற்குத் துடிப்புப் பண்பேற்றமளிக்கலாம். 10 Hz-க்கு கூறிடும் அலைவெண் 20 Hz. ஆகவே 3000 Hz பட்டையில் 150 நிகழ்ச்சிகளை அடக்கலாம்.

17. தொகுத்த சுற்றுவழி

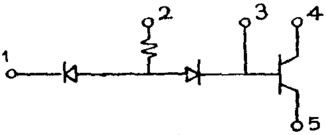
ஒரு தொகுத்த சுற்றுவழி, ஒரு ஸிலிகான் துண்டில் 0·05″ × 0·05″ குறுக்களவு உள்ள பல தானியங்கி இயக்கிகளையும் அவற்றின் இணைப்புகளையும் கொண்டது. தனியான இருமுனை, மும்முனைக் குறைகடத்திகளைச் செய்யும் முறைகளே தொகுத்த சுற்றுவழியை உண்டாக்கவும் பயன்படுகின்றன. இம்முறைகள் முறையே மேலாடை வளர்ப்பு, துளையிட்ட மூடி மூலம் வேண்டிய இடங்களில் வேற்றணுக்களின் விரவல், உயிரகை மேலாடை வளர்ப்பு, உயிரகை மேலாடையை (கரைசல் முறையில்) நீக்கல் முதலியன ஆகும். இங்குக் கரைசல் முறையில் நீக்கல், வேற்றணுக்களின் விரவல் ஆகியவை வேண்டிய இடங்களில் ஒளிப்பட எழுத்தியல் மூலம் நடைபெறுகின்றன. ஒரு முறையில் பல துண்டுகள் செய்யப்படுகின்றன. இந்தச் செயல்படு முறை ஒவ்வொரு முறையும் ஒரே மாதிரியான தொகுத்த சுற்றுவழிகளைத் தருகின்றது. இதனால் அநேகத் தொகுத்த சுற்றுவழிகளைக் குறைந்த விலைக்கு உண்டாக்க முடிகிறது.

இதில் சமதள விரவல் முறை உபயோகப்படுகிறது. ஒரு தொகுத்த சுற்றுவழி பல அடுக்குகளைக் கொண்டது. உதாரணமாகப் படம் 1-ல் 4 அடுக்குகள் இருப்பதைக் காணலாம். அடியிலுள்ள அடுக்கு P வகை ஸிலிகான் ஆகும். இது, தொகுத்த சுற்றுவழி செய்ய அடித்தளமாக அமைகிறது. இரண்டாவது அடுக்கு நுண்படலம் 0·001″ தடிப்புக் கொண்டது; N வகையைச் சேர்ந்தது; ஆவி படியும் முறையில் வளர்க்கப்படுவது. இந்த வளர்ச்சி ஒற்றைப் படிகமாக அமைதல் வேண்டும். எல்லாத் தானியங்கி, இயக்கப்படும் உறுப்புகள் இந்த மெல்லிய N வகை ஆடையிலேயே படிப்படியாக விரவல் முறையில் செய்யப்படுகின்றன. உறுப்புகள் முறையே இருமுனை, மும்முனைக் குறைகடத்திகள், கொண்மிகள், தடைகள் ஆகும். இவை P வகை, N வகைக் குறைகடத்திகள் உண்டாக்கும் வேற்றணுக்களின் விரவ

லால் செய்யப்படுகின்றன. இவற்றுள் மும்முனைக் குறைகடத்தி செய்வதுதான் மிகவும் கடினம். மற்ற உறுப்புகளை இம் மும்முனைக் குறைகடத்தி செய்யும் முறைகளில் சிலவற்றைக் கையாண்டு



(a) தொகுத்த சுற்றுவழி



(b) தனி உறுப்புகளுடன் வரையப்பட்ட சுற்றுவழி

படம் 17—1

செய்யலாம். இரண்டாவது N வகை அடுக்கில் வேண்டிய இடங்களில் மற்ற அணுக்களைச் சரியான அளவில் விரவல் செய்ய வேண்டும். இதற்காக ஸிலிகான் உயிரகைப் படலம் ஒன்றைத் தடுப்பாக உபயோகிக்கிறோம் (படம் 1-ல் 3ஆம் அடுக்கு). இந்தத் தடுப்பு ஸிலிகான் அடுக்கில் வேண்டாத அணுக்களின் வேதியியல் சேர்க்கையால் வரும் அழுக்கைத் தடுக்கிறது. எங்கெங்கு விரவல் நடைபெற வேண்டுமோ அந்தந்த இடங்களில் இந்த உயிரகைத் தடுப்பு நீக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு வேண்டிய இடத்தில் உயிரகைத் தடுப்பைக் கரைத்தெடுக்க ஒளிப்பட வரைபட இயல்முறை பயன்படுகிறது. 4ஆவது அடுக்கு மாழைப் (அலுமினியம்) படலம் ஆகும் இது உறுப்புகளை இணைப்பதற்கு உபயோகப்படுகிறது.

P வகை அடித்தளம் 1" முதல் 2" வரை விட்டமுள்ளதும், 10" நீளமுள்ளதுமான ஓர் உருளையை, உருகிய ஸிலிகானிலிருந்து ஒற்றைப் படிகம் வைத்து வேகமாகச் சுற்றி, நிதானமாக மேலிழுத்து வளர்க்கிறார்கள். இதைப் பிறகு 0·006" அளவுள்ள மெல்லிய உருண்டைத் துண்டுகளாக வெட்டுகிறார்கள். பிறகு இதன் ஒரு பக்கத்தை நன்றாகப் பளபளப்பாக்கி ஒழுங்குபடுத்துகிறார்கள். மேற்பரப்பில் அசுத்தங்கள் இல்லாமல் சுத்தம் செய்கிறார்கள்; நெளிவு, சுளிவுகள் இல்லாதவாறு பார்த்துக் கொள்கிறார்கள்.

1 சதுர அங்குல மேற்பரப்பை ·05″ × ·05″ பரப்பளவுள்ள 400 துண்டுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒவ்வொரு துண்டும் ஒரு தொகுத்த சுற்றுவழி. ஒவ்வொரு தொகுத்த சுற்றுவழியிலும் 50 உறுப்புகள் இருந்தால் ஒரு சதுர அங்குலத்தில் 20000 உறுப்புகள் கிடைக்கின்றன. நாம் ஒரு முறையில் 10 மெல்லிய துண்டுகளைச் செய்தால், 40000 தொகுத்த சுற்றுவழிகளைச் செய்வோம். அதாவது 2 இலட்ச உறுப்புகளைச் செய்வோம். ஆனால், செய்முறையில் சில விபரீதங்கள் உண்டாவதால் எல்லாத் தொகுத்த சுற்றுவழிகளுமே நல்லபடியாக அமைவதில்லை. இருந்தாலும் பாதிக்கும் மேற்பட்டவை நல்லவைகளாக அமைகின்றன.

தொகுத்த சுற்றுவழிக்கும் ஒவ்வோர் உறுப்பாக எடுத்துக் கொண்டு இணைப்பதால் உண்டாகும் சுற்றுவழிக்கும் உரிய நன்மை தீமைகளை ஆராய்வோம்.

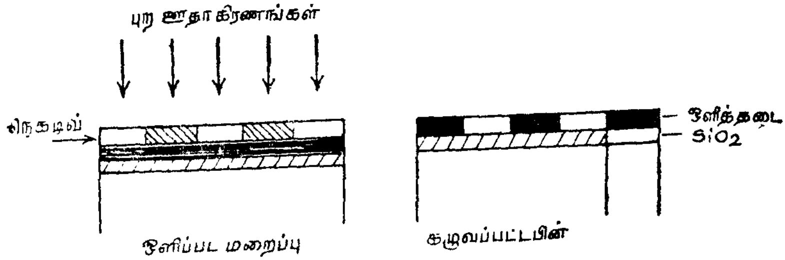
தொகுத்த சுற்றுவழியால் வரும் நன்மைகள் : இது குறைந்த விலை உள்ளது;குறுகிய பரப்புக் கொண்டது. வெளியிணைப்பினால் வரும் திறந்த சுற்றுவழி, மற்ற இணைப்புகளுடன் குறுக்கீட்டிணைப்பு ஆகியவை இதில் இல்லை. வெளியிணைப்புகள் இல்லாததால் செருகு கொண்மம் முதலியவை இல்லை. இதனால் சுற்றுவழியின் செய்கை மிகவும் நம்பிக்கை யூட்டுவதாக இருக்கிறது. தீமைகள் குறுகிய அமைப்பிலிருப்பதால் குறைந்த மின்னழுத்தம் கொடுக்க வேண்டும். அதனால் வெளித்திறனும் குறைவாக இருக்கும். பழுதடைந்தால் முழுச் சுற்றுவழியையுமே களைந்து வேறு தொகுத்த சுற்றுவழியைப் பொருத்த வேண்டும்.

இப்பொழுது நாம் தொகுத்த சுற்றுவழியைச் செய்யும் முறையை ஆராய்வோம். இப்பொழுது சொல்லப் போகும் முறை ஒற்றைக் கல் முறை எனப்படும்.

முதல் படி : ஆவி படியும் வளர்ச்சி : 25 மைக்ரோ மீட்டர் அல்லது 0·001″ பருமனுள்ள N வகை அடுக்கை ஆவி படியும் முறையில் வளர்க்க வேண்டும் இதன் தடைச்செறிவு 10 Ωசெ.மீ. இதற்கு ஏற்பி அணுக்கள் ஒரு கன செ.மீ.-க்கு $1{\cdot}4 \times 10^{15}$ அமையவேண்டும். இந்த அடுக்கை வளர்த்தபின் அதன் மேற்பரப்பைச் சுத்தம் செய்து, பளபளக்கச் செய்து, அதன் மேல் 0·5 மைக்ரோ மீ. அளவு ஸிலிகான் உயிரகைப் படலத்தை வளர்க்கிறோம்.இதற்கு அந்த மெல்லிய துண்டைப் பிராணவாயு சூழ்ந்த உலையில் 1000°C-ல் சூடாக்குகிறோம். இந்த உயிரகைப் படலம்

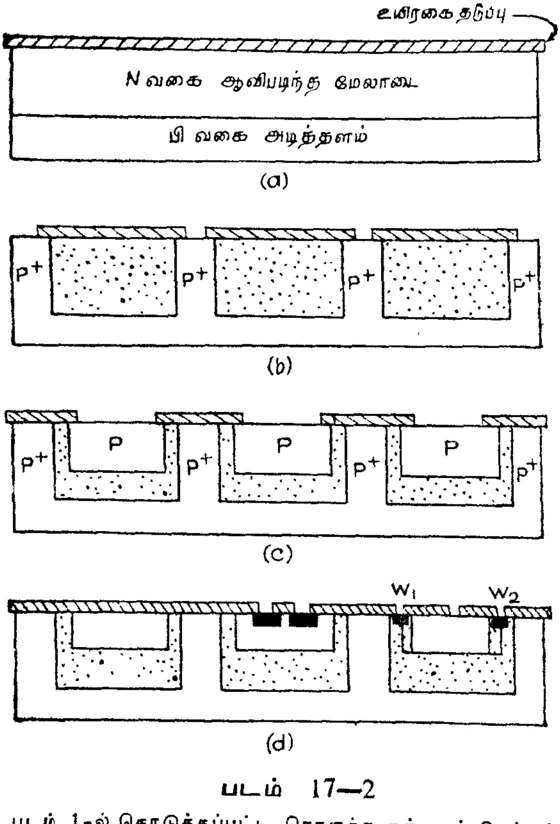
மற்ற அணுக்கள் ஸிலிகான் துண்டிற்குள் விரவல் செய்வதைத் தடுக்கிறது.

இரண்டாவது படி : தனிப்பட்ட இடங்களில் விரவல் செய்தல்: இங்கு ஒளிப்படக் கரைசல் முறை பயன்படுகிறது. உயிரகையின் மேல் *KPR* என்ற ஒளித் தடையைப் பூசுகிறோம். நமக்கு எங்கெல்லாம் உயிரகைப் படலத்தை எடுக்கவேண்டுமோ அங்கெல்லாம் அதற்கான வரைபடத்தை எடுத்துக் கொள்கிறோம். இதை ஒளிப்படமாக வேண்டிய அளவுக்குக் குறுக்கி எடுத்துக் கொள்கிறோம். இந்த நெகடிவ் படத்தை ஒளித் தடைமேல் வைத்து, புற ஊதாக் கிரணங்களை அதன்மேல் பாய்ச்சுகிறோம். புற ஊதாக் கதிர்கள் விழும் இடங்களில் ஒளித்தடை அணு மாலையாகிறது. இப்பொழுது மெல்லிய துண்டை எடுத்து இரஸாயனத் திரவம் கொண்டு கழுவினால் அணுமாலையற்ற இடங்களில் ஒளித் தடை கழுவி எடுக்கப்படுகிறது.



பிறகு ஹைட்ரோப்ளூவோரிக் அமிலத்தால் கழுவினால் அணுமாலையான இடங்களைத் தவிர மற்ற இடங்களில் உள்ள உயிரகைப் படலம் எடுக்கப்படுகிறது. பிறகு இந்த வெளிப்படுத்தப்பட்ட *N* படலத்தில் ஃபோரான் விரவல் செய்யப்படுகிறது. இவ் விரவல் *P* வகைக் குறைகடத்தியை உண்டாக்குகிறது. இவ் விரவல் முறை சுற்று வெப்பத்திற்கு ஏற்றவாறு நேரமெடுக்கிறது. சாதாரணமாக 1000 முதல் 1300° C-ல் இது நடக்கிறது. பாஸ்பரஸும், ஃபோரானும் ஒரே மாதிரி விரவல் செய்கின்றன. எவ்வளவு விரவல் செய்யமுடியும் என்பது ஸிலிகான் திடப்பொருளாக இருக்கும்பொழுது அதனுள் இவ் வேற்று அணுக்கள் எந்த அளவு திடக்கரைசல் செய்கின்றன என்பதைப் பொறுத்தது. இதில் பாஸ்பரஸின் திகட்டிய திடக் கரைசல் கன செ.மீ.-க்கு 10^{21} அணுக்கள் ; ஃபோரான், கன செ.மீ.-க்கு 5×10^{21} அணுக்கள். ஆகவே, தொகுத்த சுற்றுவழியைச்

செய்ய,ஃபோரானும் பாஸ்பரஸும் உபயோகிக்கிருர்கள். முதல் விரவலில் இந்த p வகை விரவல் அடித்தள p வகை அடுக்கு வரை செல்கிறது. இது படம் 2 (b)-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் புள்ளியிடப்பட்ட n படலம் தனியாக்கப்பட்ட தீவுகள் போல் அமைந்துள்ளன. இவை ஒவ்வொன்றும் இரண்டு $p.n$ சந்திப்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனுல் மின்காப்பு உண்டாகிறது. p அடித்தளம் எப்பொழுதும் இந்த N தீவுகளுக்கு எதிர் மின்னழுத்தத்திலேயே வைக்கப்பட்டிருக்கும். இல்லையெனில் இந்த N தனிப் பகுதிகள் ஒன்ருேடொன்று இணைக்கப்



படம் 17—2

படம் 1-ல் கொடுக்கப்பட்ட தொகுத்த சுற்றைச் செய்யும் முறைகள். கடைசிப் படம் (e) படம் 1-ல் இருப்பது.

படும். இடையில் வளர்த்தப்பட்ட P படலத்தில் ஏற்பி அணுக்களின் செறிவு 5×10^{20} கன செ.மீ.-க்கு அமையும். இதனுல் ஏன்னேற்றப் பட்டை P^+ படலம் முழுவதும் அமையாமல்

பாதுகாக்கப்படுகிறது. இந்த அமைப்பில் சில புல்லுருவிக் கொண்மிகள் வருகின்றன. மின்னழுத்தமுள்ள இருமுனைக் குறைகடத்தியில் சந்திப்பில் இருபுறமும் எதிர்க் குண மின்னேற்றங்கள் இருப்பதால் இது கொண்மியாக அமைகிறது. ஆகவே n படலத் தீவிற்கும் P அடித்தளத்திற்கும் இரு N படலங்களுக்கு நடுவே உள்ள P^{+} படலத்தில் வரும் கொண்மி களும் சுற்றுவழியில் வரும். இந்த மொத்தக் கொண்மிகளின் திறன் சில பிகோ பாரட்களில் அமையும்.

மூன்ருவது படி : அடிவாய் விரவல் ; இங்கும் முதலில் உயிரகைப் படலம் ஏற்படுத்தி ஒளித்தடைப் படலம் மூலம் சாள ரங்கள் ஏற்படுத்துகிருேம் [படம்2(c)]. இப்பொழுதும்ஃபோரான் விரவல் செய்யப்படுகிறது. இவ்வழியாக மும்முனைக் குறை கடத்தியின் அடிவாயும், இருமுனைக் குறைகடத்தியின் சேமிப் பானும், தடைகளும், கொண்மிகளும் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இப் பரவலின் ஆழத்தை மிகவும் சரியாகக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். இல்லையென்ருல் இது அடித்தளத்தைத் தொட்டுவிடும். இதன் தடைச் செறிவு N படலத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும்.

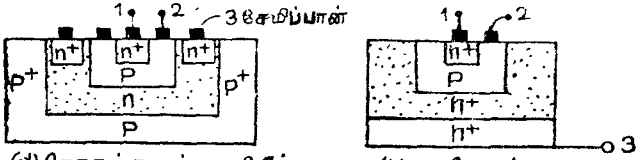
நாலாவது படி : உமிழ்வான் விரவல் : மறுபடியும் உயிரகைப் படலம் வளர்த்து, ஒளித்தடை மூலம் இரஸாயனக் கழுவல் முதலியன செய்து உமிழ்வானுக்கான சாளரங்களைத் திறக்கிருேம். இவை மூலம் பாஸ்பரஸ் விரவல் செய்யப்படுகிறது. இதன் மூலம் மும்முனைக் குறைகடத்தியின் உமிழ்வானும், இரு முனைக் குறை கடத்தியின் எதிர்மின்வாய், கொண்மியின் மறுமுனை ஆகியவை யும் செய்யப்படுகின்றன. □W_1 W_2 ஆகிய சாளரங்கள் nபடலத் திலேயே அதிக பாஸ்பரஸ் அணு விரவலுக்கு உதவுகின்றன. இதன்மூலம் அலுமினியம் மூலம் இணைப்பு உண்டாக்கும்பொழுது அலுமினியக் கரைசலால் அம் முனைகள் P வகையாக மாருமல் தடுக்கின்றன. இதனுல் தடை இணைப்பு உண்டாகிறது

ஐந்தாம் படி : அலுமினியம் இணைப்புப் படலம் வேய்தல் : இதற்காக நான்காவது முறையாக உயிரகைப் படலம் ஏற்படுத் திச் சாளரங்கள் திறந்து, சூன்யப் பாத்திரத்தில் மெல்லிய ஒரே அளவுள்ள அலுமினியப் பாகங்களை ஒளித்தடைப் படலம் மூலம் எடுத்துவிட்டால் மீதியிருப்பது நமக்கு வேண்டிய தொகுத்த சுற்றுவழி ஆகும்.

இது முடிந்தபின், வைரக் கத்தி மூலம் இந்த மெல்லிய துண்டு சிறு சிறு துண்டுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. பிறகு இச் சிறுதுண்டு

ஒரு மின் காப்பித் துண்டின்மேல் வைக்கப்பட்டு வெளிப்புற இணைப்புகள் கொடுக்கப்படுகின்றன. இணைப்புகள் அலுமினியம் அல்லது தங்கக் கம்பிகளால் ஆனவை.

நாம் சமதள ஆவி படியும் முறையில் செய்யப்படும் மும்முனைக் குறைகடத்திக்கும், தொகுத்த சுற்றுவழியில் வரும் மும்முனைக்



படம் 17—3

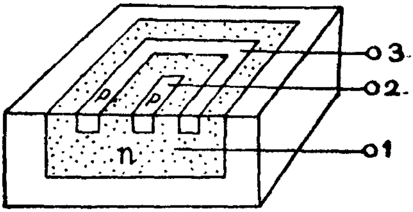
மும்முனைக் குறைகடத்தி: 1 உமிழ்வான்; 2 அடிவாய்; 3 சேமிப்பான்

குறை கடத்திக்கும் செய்படு வழியில் உள்ள வித்தியாசங்களைக் கவனிப்போம். தனி உறுப்பில் சேமிப்பான் n^+ அடித் தளத்திலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. தொகுத்த சுற்றுவழியில் மேல் பகுதியிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இதனால் சேமிப்பான் pஅடித் தளத்திலிருந்து இரண்டு பின்னோக்கிய இருமுனைக் குறைகடத்திகளால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இரண்டாவது சேமிப்பானின் இணைப்புக் கடைவாயை மேலிருந்து எடுப்பதால் சேமிப்பானில் மின்னோட்டப் பாதை அதிகமாகிறது. இதனால் சேமிப்பானின் கனத் தடையும் திகட்டிய சேமிப்பான் உமிழ்வான் மின்னழுத்தமும் அதிகரிக்கிறது. ஆனால், தொகுத்த சுற்றுவழியில் இரண்டு மும்முனைக் குறைகடத்திகள் 0·03" என்ற அளவில்தான் பிரிந்திருக்கும். இதனால் வேறுபாட்டு மின்மிகைப்பிச் சுற்று வழியில் V_{BE}, h_f ஒன்றேபோல் அமைகின்றன. ஆகையால் தொகுத்த சுற்றுவழிகள் சிறந்த வேறுபாட்டு மின்மிகைப்பிகளாக அமைகின்றன.

இப்பொழுது விரவல் நிலையெண்ணைப் பற்றி ஆராய்வோம். ஏற்கெனவே, போரானும், பாஸ்பரஸும் ஒரே விரவல் நிலை எண் உள்ளவை என்பதைக் கண்டோம். ஆனால் அலுமினியம், காலியம் இவற்றைவிடப் பன்மடங்கு அதிகமானவை; ஆன்டிமனி, ஆர்ஸனிக் என்பவை பன்மடங்கு குறைவானவை. இதனால் தான் தொகுத்த சுற்றுவழியில் *NPN* மும்முனைக் குறைகடத்திகளையே செய்கிறோம். ஏனென்றால் முதலில் சேமிப்பானை விரவல் செய்கிறோம். பிறகு அடிவாயையும் அதன்பின் உமிழ்வானையும் விரவல் செய்கிறோம். ஒவ்வொரு முறையும் மெல்லிய துண்டைச்

சூடாக்குகிறோம். சூடாக்கும்பொழுது புற அணுக்கள் விரவல் செய்கின்றன. ஆகவே முதலில் *P* வகைச் சேமிப்பானையின், எல்லாம் முடியும்பொழுது மற்ற இடங்களுக்குப் பரவி இத் துண்டை உபயோகமில்லாமல் செய்துவிடும். இரண்டாவது, திடக் கரைசல் *N* வகை வேற்றணுக்களுக்கு அதிகம். ஆகவே, சுலபமாக அதிக வேற்றணுக்களுள்ள N^+ படலம் தயாரிக்க முடிகிறது. ஆனாலும் *PNP* மும்முனைக் குறைகடத்தி வேண்டுமானால் எப்படித் தயாரிப்பது எனப் பார்ப்போம்.

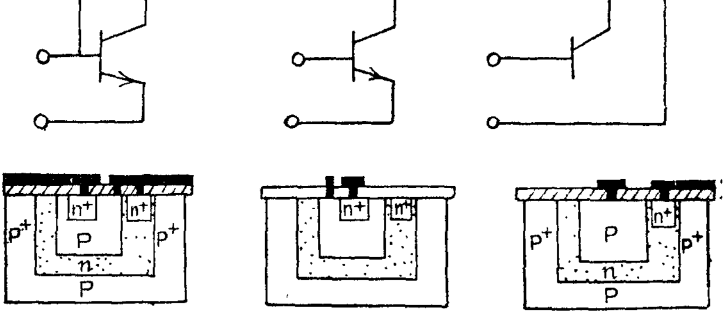
பக்கவாட்டான *PNP* மும்முனைக் குறைகடத்தியைக் கவனிப்போம் (படம் 4). முன்பு கூறியதைப்போல் இங்கு விரவல் முறையை உபயோகிக்கலாம். ஆனால் கடைசி *N* விரவல் இல்லை. *P* அடிவாய் விரவல் செய்யும்பொழுது பக்கத்தில் சேமிப்பானிலும் *P* விரவல் செய்யப்படுகிறது. இதில் மின்துளைகள் பக்கவாட்டில் சென்று சேமிப்பானை அடைகின்றன. விரவலில் வரும் சிறு தவறுகளுக்காக அடிவாயின் அகலம் அதிகமாக வைக்கவேண்டியிருக்கிறது (·001"). இதனால் பொது உமிழ்வான் இணைப்பில் h_f, 0·5 முதல் 5 வரை அமைகிறது.



படம் 17—4

PNP மும்முனைக் குறைகடத்தி

இருமுனைக் குறைகடத்திகள் :

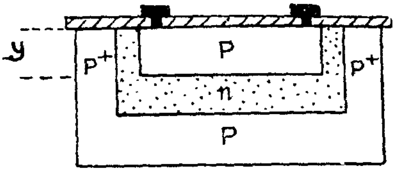


படம் 17—5

இருமுனைக் குறைகடத்தி அமைப்பில் மூன்று வகைகள்

இரு முனைக் குறைகடத்திகளின் அமைப்பு: தொகுத்த சுற்றுவழியில் மேலே படம் 5-ல் கொடுக்கப்பட்ட மூன்று முறைகள்

செயலாக்கப்படுகின்றன. சேமிப்பான், அடிவாய் இருமுனைக் கருவிகளை அதிக மின்னழுத்தத்திற்கு (12 V வரை) உபயோகப் படுத்தலாம். உமிழ்வான் அடிவாய் இருமுனைக் கருவிகள் குறைந்த மின்னழுத்தத்திற்கே உபயோகப்படும் (7 V வரை).

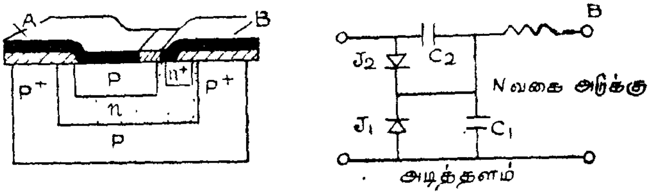


தடை

படம் 17–6

தொகுத்த சுற்றுவழித் தடைகள் : P வகை அடிவாய் விரவல் பகுதியைத் தடையாக உபயோகிக்கலாம். சிலவேளை n வகை உமிழ்வான் விரவல் பகுதியையும் தடையாக உபயோகிக்கலாம். $R = \frac{Pl}{yw} = R_s \frac{l}{w}$. இதில் R_s என்பது தகட்டின் தடை; l என்பது நீளம்; w என்பது அகலம். விரவல் அளவு முன்பே நிச்சயிக்கப்படுவதால் தடைக்கு ஏற்றவாறு நீளத்தையும் அகலத்தையும் நிர்ணயிக்க வேண்டும். ஒளி மூடியின் அசைவுக்கு நாம் தள்ளுபடி செய்ய வேண்டும். ஆகவே, அகலத்தை 0·001″-க்குக் குறைவாக வைப்பது இல்லை. இதனால் அடிவாய் விரவல் தடை 20 Ω முதல் 30K வரை கிடைக்கிறது. உமிழ்வான் விரவல்தடை 10Ω முதல் 1 K வரை கிடைக்கிறது சில நேரங்களில் நைக்ரோம் உலோகத்தை மெல்லிய படலமாகப் படரச் செய்து தடை ஏற்படுத்தலாம். இதன் தடிமன் 1 மைக்ரோ மீ. ஆக அமையும். இதன் மூலம் 20 Ω முதல் 50 K வரை பெறலாம்.

கொண்மிகள் : சந்திப்புக் கொண்மியைப் பின்னோக்கிய மின்னழுத்தம் கொண்ட இருமுனைச் சந்திப்புக் குறை

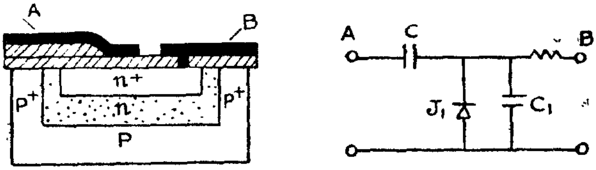


படம் 1 —7.

சந்திப்புக் கொண்மி

கடத்தியை உபயோகித்து அடைகின்றோம். இதில் P அடுக்கிற்கும் மற்றும் ஆவிப் படல N அடுக்கிற்

கும் ஆன கொண்மியுள்ளது இதில் ஆவிப்படலத்திற்கும் அடித் தளத்திற்கும் ஆன கொண்மியும் வரும். இது குறைந்த அள வாக அமைய வேண்டும். மாழை உயிரகைக் குறைகடத்திக் கொண்மிகளும் செய்யலாம். இங்கு உயிரகைப் படலத்தை மின் காப்பியாக உபயோகிக்கிறோம். இதன் மேல் அலுமினியப் படலம் இணைப்புக்கு உதவுகிறது. கீழ்ப்புறம் n^+ அடுக்கு நல்ல மின் இணைப்பாக அமைகிறது. இங்கும் n தளத்திற்கும் அடித்தளத்



MOS மின்தேக்கி   இணைமாற்றுச் சுற்று

படம் 17—8.

திற்கும் உள்ள சந்திப்புக் கொண்மி வருகிறது. *MOS* கொண்மிகள் அதிகக் கொண்மமும் அதிக மின்னழுத்த ஆற்றலும் கொண்டவை. சந்திப்புக் கொண்மியைப் போல் இதன் கொண்மம் மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்ததல்ல.

இப்பொழுது தொகுத்த சுற்றுவழியிலுள்ள இன்னும் பல குறைகளை ஆராயலாம்.

1. தடையின் மதிப்பை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குள்தான் அடைய முடியும். அதே போல் கொண்மியின் அளவையும் 200 *PF*-க்குக் குறைவில்தான் அடைய முடியும்.

2. தடை, கொண்மி ஆகியவைகள் 20% தள்ளுபடி அளவில் தான் கிடைக்கும். ஆனால் அவைகளின் விகிதத் தள்ளுபடி 1%-க்குள் அமையும்.

3. உறுப்புகளின் வெளிப்புற வெப்ப நிலைக்கு ஏற்றவாறு மதிப்புகள் மாறும்; மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறும் அவைகளின் மதிப்பு மாறும்.

4. அதிக அலைவெண் அலைவுகளுக்கு இதை உபயோகப் படுத்த முடியாது. இது புல்லுருவிக் கொண்மிகளால் வருவது.

5. சிறிய அளவில் செய்வதானல் இதன் விலை அதிகமாகும்.

6. தூண்டம், மின்மாற்றி ஆகியவைகளைத் தொகுத்த சுற்று வழி முறையில் அமைக்க முடியாது.

குறிப்புப் புத்தகங்கள் :

1. R.M. Warner and J.M. Fordemwalt : 'Integrated circuits' : McGraw Hill Book Company. 1965.

2. Khambata A.J. 'Introduction to large scale Integration'. : John Wiley and Sons. 1969.

3. J. Millman and C.C. Halkias : 'Integrated Electronics' : McGraw Hill Kogakusha Ltd., 1972.

பாகம் 2

தொலைக்காட்சி

பாகம் 2

தொலைக்காட்சி

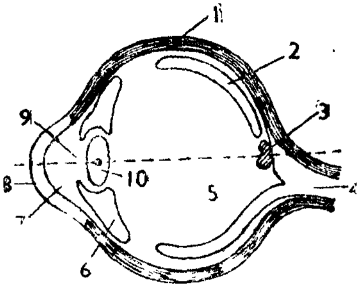
முகவுரை

தொலைக்காட்சி தற்காலத்தில் மக்கள் வாழ்க்கையில் மிக முக்கியமான பங்கு கொண்டிருக்கிறது. விஞ்ஞானம், பொறியியல், பங்கு மார்க்கட், வங்கிகள், போக்குவரவு, நாட்டின் பொருளாதாரம் போன்ற பல துறைகளில் தொலைக்காட்சி, செய்தித் தொடர்புக் கருவியாகவோ, ஆராய்ச்சிக் கருவியாகவோ அல்லது கட்டுப்பாட்டுத் தொடர்பாகவோ உதவுகிறது. பொதுமக்களுக்கு அது அறிவூட்டியாகவும் பொழுது போக்குச் சாதனமாகவும் பயன்படுகிறது. தொழிற்சாலைகளில் தொலை தொடர்புக் கட்டுப்பாட்டுக்கும் கேந்திர ஸ்தானத்திலிருந்து எல்லா இயந்திரங்களைக் கண்காணிக்கவும், ஒன்றன்பின் ஒன்ருக உற்பத்திப் பெருக்கத்தில் இடை நிலைகளைக் கட்டுப்படுத்தவும் இது உதவுகிறது. அணு உலைகள், எரி உலைகள், திறந்த அடுப்பு உலைகள் ஆகியவைகளுள் உள்ளும் புறமும் வைக்கப்பட்ட தொலைக்காட்சிப் படப்பெட்டிகள் இவ்வுலைகளின் நடப்பைக் கண்காணிக்க உதவுகின்றன. இருப்புப் பாதைச் சந்திப்புகளிலும் முனை நிலையங்களிலும் வண்டிகளை இணைத்து, அவற்றிற்கான மேடைகளுக்குக் கொண்டுவரவும், மனைகளுக்குக் கொண்டு செல்லவும் தொலைக் காட்சி உதவுகிறது. துறைமுகங்களில் பொருள்கள் ஏற்றுவதையும், இறக்குவதையும் இதனைக் கொண்டு கண்காணிக்கலாம்.

நம் நாட்டில் முழுச்சுற்றுத் தொலைக்காட்சி அறுவை சிகிச்சை நிலையங்களிலும் வங்கிகளிலும் உபயோகப்படுகிறது. செயற்கைக் கோள்மூலம் நம் நாடு முழுவதும் தொலைக்காட்சி நிகழ்சிகளைப் பரப்ப ஏற்பாடுகள் நடந்து வருகின்றன ஆகவே ஒவ்வொருவரும் தொலைக் காட்சியை ஒரு கண்கட்டி வித்தை என்று எண்ணுமல் அதன் நடைமுறை வழிகள் சிலவற்றைத் தெரிந்து கொள்ள

வேண்டிய அவசியம் உண்டாகிறது. இக் கருத்தினை மனத்தில் கொண்டே இந்தப் பாகம் எழுதப்பட்டிருக்கிறது.

ஒளியின் சில குணங்களை நாம் நினைவுபடுத்திக் கொள்ள வேண்டும். காட்சி என்பது கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளிவடிவங்கள் ஆகும். ஒளியும் மின்காந்த அலைகளால் ஆனதே. அதன் அலை நீளம் 4000—8000 ஆங்க்ஸ்டாம் அளவில் அடங்கியது ஆகும். (ஒரு ஆங்க்ஸ்டாம் அளவு என்பது 10^{-10} மீட்டராகும்.) நீள அலை நீளங்கள், சிவப்பு, ஆரஞ்சு வண்ணங்களைப் பெற்றிருக்கும். அலை நீளங்கள் குறையக் குறைய மஞ்சள், பச்சை, நீலம், ஊதா வண்ணங்களுக்கு வந்து அலை முடிவடைகின்றன. ஊதாவுக்கு மேலான அலை அலைவெண்களோ, சிவப்புக்குக் கீழான அலை அலைவெண்களோ, கண்ணுக்குப் புலப்படுவதில்லை.



படம் 0—1
கண்ணின் அமைப்பு

கண்ணின் அமைப்பு, படம் 1-ல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. விழிக் கோளத்தினைச் சுற்றி ஒரு கடினமான வெளி விழிப் படலம் (1) அமைந்துள்ளது. இதன் முன்புறம் மட்டுமே ஒளி கடக்கும் தன்மையுடையது. இப் பாகத்திற்குக் கார்னியா (8) என்பது பெயர். கார்னியாவுக்குப் பின் உள்ள இடத்தில் நீர்த்தன்மையான ஜவ்வு (7) உள்ளது. அதன்பின் விழிக் கோளத்தை இரண்டாகப் பிரிக்கும் ஐரிஸ் (6) உள்ளது. ஐரிஸின் மையத்தில் பாப்பா (9) அமைந்துள்ளது. இதனை ஒரு வட்டத் திறப்பு எனலாம். கண்ணில் படும் ஒளிக்கேற்றவாறு இத்தத் திறப்பின் ஆரம் சுருங்கி விரியும். இதனால் கண்ணுள் செல்லும் ஒளிப் பெருக்கைக் கட்டுப்படுத்த முடிகிறது. பாப்பாவுக்குப் பின் விழி வில்லை அமைந்துள்ளது. இது இரு குவி வில்லையாகும். விழித் தசைகள் இவ் வில்லையின் வளைவை மாற்ற இயலும். இதனால் பார்க்கும் பொருளின் தூரத்திற்கேற்றவாறு பிம்பம் விழித்திரையில் விழ, வில்லையின் குவியத் தூரத்தை மாற்றிக் கொள்ள முடிகிறது. ஐரிஸிற்கு பின்புறம் ஒளி கடத்தும் நீர்ப் பாகம் (5) உள்ளது. அதன் பின்புறம் விழித்திரை (2) உள்ளது. இத் திரை ஒளியியல் நரம்பில் (4) முடிவடைகிறது. இந்த நரம்பு மூலகங்கள் கூருருக்கள், உருளைகள் எனப்படும். கூருருக்கள் 70 லட்சம் இருக்கும். இவை ஒளிக்கும் வண்ணத்திற்கும்

நுண்ணுணர்வுள்ளவை. உருளைகள் 13 கோடி உள்ளன. இவை ஒளிர்வுச் செறிவுக்கு மட்டுமே உணர்வுள்ளவை.

விழி வில்லைக்கு நேர் எதிரே விழித்திரையில் உள்ள பாகத்தை (3) மஞ்சள் புள்ளி எனலாம். இந்த நடு அமிழ்வில் அதிகக் கூருருளைகள் காணப்படுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் ஒளியியல் நரம்பின் ஒரு நூலுக்கு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆகவே இப் பாகத்தில் விழும் பிம்பத்தின் மிக நுணுக்கமான விவரங்களை நம்மால் அறிந்துகொள்ள முடிகிறது. விழித் திரையின் மற்ற. சுற்றியுள்ள பாகங்களில் உருளைகள் ஏராளமாக உள்ளன. ஆனால் இங்கு 100 உருளைகள் ஒரு நரம்பு நூலுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. உருளைகள் ஒளிர்வுச் செறிவுக்கு மிகவும் நுண்ணுணர்வுடையன. ஆகவே இரவுப் பார்வைக்கு இவை மிகவும் பயன்படுகின்றன. ஆனால் இவற்றால் மிக நுணுக்கமான விவரங்களைக் கண்டறிய முடியாது.

கண்ணின் பகுதிறன் அதன் நுணக்க ஆய்வைப் பற்றியது. இரண்டு புள்ளிகளின் எந்த மிகக் குறுகிய இடைவெளி அவற்றைக் கண்ணுக்கு இரு தனிப் புள்ளிகளாகக் காட்டுகிறதோ அதுவே பகுதிறன் ஆகும். அதைக் கோண அளவில் வெளியிடும் பொழுது, ஒரு சாதாரணப் பார்வைக்கு, விழிக்கு, அவ்விரு புள்ளிகளை இணைக்கும் கோடுகளின் இடைக்கோணம் $\frac{1}{60}$ டிகிரிக்கு அதிகமாக இருந்தால், அவை தனிப் புள்ளிகளாகத் தெரியும். விழியின் மற்றொரு பண்பு பார்வை நீடிப்பு ஆகும். விழித்திரையில் விழும் ஒளி ஓர் இரஸாயன மாறுதல் உண்டாக்குகிறது. இதனால் உண்டாகும் உணர்ச்சியே நரம்பு மூலம் மூளைக்கு வருகிறது இந்த இரஸாயன மாறுதல்கள் உடனுக்குடன் நடப்பதில்லை. ஒளி நீங்கியதும் பழைய நிலையடையவும் சிறிது அவகாசம் வேண்டியிருக்கிறது. இந்தத் தயக்க நேரம் $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{25}$ விநாடி யிருக்கும் திரைப் படங்களிலும் தொலைக் காட்சியிலும் இந்தத் தயக்கத்தால் வரும் பார்வை நீடிப்பைப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றனர்.

திரைப் படத்தில் விநாடிக்கு 24 படங்களை அடுத்தடுத்து திரையில் காட்டுகின்றனர். பார்வை நீடிப்பால் படம் தொடர்ச்சி யாக இருப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. ஆனால் அப்பொழுது சிமிட்டல் உணர்ச்சியுண்டாகிறது. அதாவது முதல் படத்தால் ஆன உணர்ச்சி மங்கி வரும்பொழுது அடுத்த படத்தின் உணர்ச்சியால் ஒளி உணர்ச்சி அதிகமாகி, பிறகு மங்கி, அதனால் சிமிட்டல் உணர்ச்சி உண்டாகிறது. இதனால் கண்வலி, சோர்வு, தலைவலி முதலியவை உண்டாகின்றன. இவற்றைத் தவிர்க்க

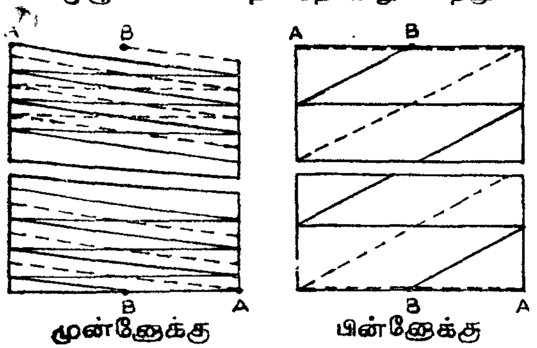
விநாடிக்கு 48 படங்கள் திரையில் காட்டப்படுகின்றன. ஆனால் இங்கு உண்மையாகவே 24 படங்கள்தாம் விநாடிக்கு வரும். ஆனால் ஒவ்வொரு படமும் இருமுறை திரையில் எறியப் படுகின்றது. ஓர் ஒளி மறைக்கும் வளையம் படங் காட்டியின் வில்லைகளுக்கும் ஒளி விளக்கிற்கும் இடையில் வரும். படங்கள் விநாடிக்கு 24 ஆக வர, ஒளி மறைக்கும் வளையம் படங்கள் மாறும் தருணத்தில் ஒளியை மறைக்கும். ஒவ்வொரு படம் காட்டப்படும்பொழுதும் ஒரு முறை ஒளியை மறைத்து விநாடிக்கு 48 முறை ஒளி மறைப்புச் செய்வதால், கண்ணுக்கு விநாடிக்கு 48 படங்கள் பார்ப்பது போன்ற உணர்வு ஏற்படுகிறது. இப்பொழுது சிமிட்டல் உணர்வில்லாமல் போய் விடுகிறது. இதே அமைப்பைச் சிறிது மாற்றங்களுடன் தொலைக் காட்சியிலும் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

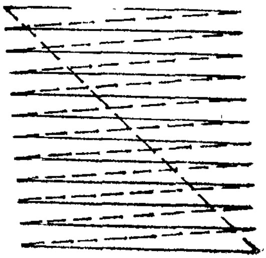
நாம் செய்தித் தாள்களையோ, நூல்களையோ படிக்கும்பொழுது இடமிருந்து வலமாக வரிவரியாகப் படிக்கிறோம். நாம் அவ்வாறு படிப்பதற்காகவே செய்தித் தாள்களிலும் நூல்களிலும் வாக்கியங் களை இடமிருந்து வலமாகத் தொடர்ச்சியாக அமைத்திருக் கிறார்கள். இது ஒரு மரபு. சீனர்கள் மேலிருந்து கீழாக வாக்கியங்களை அமைக்கின்றனர். ஆகவே அவர்கள் படிக்கும் முறை வேறு. உருது மொழி எழுதும் விதமும் பொது முறையி லிருந்து மாறுபட்டது. ஆகவே ஒரு நூலை எடுத்துப் படிக்க ஆரம்பிக்கு முன்னர் எந்த வரிக் கண்ணோட்டத்தில் எழுதப் பட்டுள்ளது என்று தெரிந்து கொள்ளவேண்டும். அதன் பிறகுதான் அந்நூலை விரைவில் படிக்கமுடியும். ஒரு படத்தின் அல்லது நிகழ்ச்சியின் ஒளிப் பிம்பத்தை நாம் மின்சார ஓத்த மாறுதல்களாக மாற்றிவிட்டால், இம் மின்சாரக் குறிப்புகளைக் கம்பிகள் மூலமோ அல்லது கம்பியில்லா வானொலி அலைகள் மூலமோ தொலைத்தூரத்திற்கு அனுப்ப முடியும். அதற்கு முதலில் ஒளிப் பிம்பத்தை எவ்வாறு மின் குறிப்புகளாக மாற்றுவது என்பதை ஆராய வேண்டும். ஒரு நூல் பல பக்கங்களைக் கொண்டது. ஒவ்வொரு பக்கமும் பல வரிகளைக் கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு வரியும் பல எழுத்துகளின் சமயோசிதக் கலப்பால் அமைகிறது. ஆகவே அடிப்படைக் கட்டு மூலம் எழுத்துகள் ஆகும். இதேபோல் நாம் ஒளிப் பிம்பத்தைப் பல வரிகளாகப் பிரிக்கலாம். விநாடிக்கு 48 பிம்பங்கள் வருமாயின் சிமிட்டல் உணர்ச்சியில்லாமல் போய்விடும். ஒவ்வொரு பிம்பமும் ஒரு பக்கமாகிவிடுகிறது. ஒரு பக்கத்தில் எத்தனை வரிகள் அமைய வேண்டும் என்பது கண்ணின் பகு திறனைப் பொறுத்தது ஆகும். தொலைக் காட்சி எறிபடக் குழலின்

முன் உட்கார்ந்து பார்க்கும் மனிதனுக்கும் படக் குழலுக்கும் இடையிலுள்ள தூரத்தைப் பொறுத்து வரிகளின் எண்ணிக்கை நிச்சயிக்கப்படுகிறது. இது முறையே 405, 525, 625, 815 என்று பல நாடுகளில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. அதாவது பார்ப்பவர் கண்ணில் $\frac{1}{60}$ டிகிரிக்கும் குறைவாக, இரண்டு அடுத் தடுத்த வரிகளின் எதிர்கொள் கோணம் அமையவேண்டும். அப்பொழுது படம் வரிவரியாகத் தெரியாமல் தொடர்ச்சியான படமாகவே தெரியும். இரண்டாவது, படத்தின் நீள அகல விகிதத்தை கவனிக்க வேண்டும். கண்ணுக்குச் சாதாரணமாக அகலப் பார்வை அதிகம் ; உயரப் பார்வை குறைவு. ஆகவே எந்தப் படத்தையும் முழுமையாக ஒரு பார்வையில் கவனிக்கும் பொழுது நமக்கு அகல விவரங்கள் அதிகமாகவே புலப்படு கின்றன. இதனால்தானே நம் முன்னோர்கள் இடமிருந்து வலமாக எழுதப் பழகியுள்ளனர் ! ஆகவே அகல, உயர விகிதம் $\frac{4}{3}$ என்று நிர்ணயித்துள்ளனர். நமக்கு அகலவாக்கிலும் படம் தொடர்ச்சி யாக உள்ள உணர்வு வர அடுத்தடுத்த ' எழுத்துகளின் ' இடைவெளி கண்ணின் எதிர்கொள் கோணம் $\frac{1}{60}°$ ஆக அமைய வேண்டும். ஆகவே, ஒரு படத்தை அதன் அடிப்படை 'மூல எழுத்துகளாக'ப் பிரித்து ஒவ்வோர் எழுத்தாக அச்சுச் கோர்ப்பது போல் வரி வரியாகச் சேர்த்து ஒரு முழுப் படத்தை அடையலாம். ஆனால் ஒரு விநாடிக்கு 24 படங்கள் வீதம் அமைய வேண்டும். நாம் ஏற்பியிலும் பரப்பியிலும் மாறு மின்சாரம் உபயோகப்படுத்துகிறோம். ஆகவே மாறு மின்சாரத்தின் அலைவெண்ணுக்கு ஏற்ப ஒரு விநாடிக்கு வரும் படங்களை அமைக்க வேண்டும். இல்லையானால் மாறு மின்சாரத்தின் முரற்சி சைகைகள் படத்தின் குறுக்கே ஓடும் கோடுகளாக அமைந்து நிகழ்ச்சியை ரஸிப்பதில் இடைஞ் சல்கள் ஏற்படுத்தும். ஆகவே 50 Hz மாறு மின்சார அலைவெண் உள்ள இடங்களில் நொடிக்கு 25 படங்களும், 60 Hz உள்ள இடங்களில் நொடிக்கு 30 படங்களும் அமைக்கிறார்கள். இவ்வாறு வரிவரியாகப் படத்தை ஆராய்வது வரி மின்னோட்ட மெனப்படும்.

திரைப்படத்தில்,ஒளி மறைப்புத் தகடு, கண்ணில் படங்களின் வீதத்தை இரட்டிப்பது போல், இங்கு இடைப் பின்னல் வரிக் கண்ணோட்டம் அமைக்கலாம். அதாவது முதலில் 1, 3, 5 ...... ஆகிய ஒற்றைப்படை வரிகளை ஆராய்ந்து, பிறகு 2, 4, ... ஆகிய இரட்டைப் படை வரிகளை ஆராயலாம். இதனால் படம் இரண்டு முறை வருவது போன்ற பிரமை தோன்றும். ஆனால் படம் முழுவதும் எல்லா வரிகளும் ஆராயப்பட்ட பின்னரே

அமைகிறது. பார்வை நீடிப்பால் எல்லாம் இரண்டறக் கலந்து முழுப் படமாகத் தோன்றுகின்றது. படம் 2-ல் இவ் வரிக்



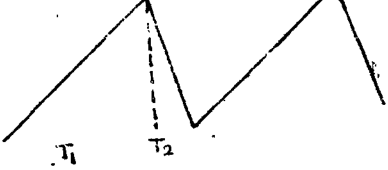


படம் 0—2. (*a*)
இடைப்பின்னல் வரிக் கண்ணோட்டம்

படம் 0—2. (*b*)
வரிவரித் தொடர்ச்சி ஆய்வு.

கண்ணோட்டம் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இதில் வரிகள் கிடைக் கோடாக அமையாமல் சிறிது சாய்ந்தே இருப்பதைக் காணலாம். நாம் படிக்கும்பொழுது ஒரு வரி முடிந்ததும் அடுத்த வரிக்குத் தாவுவது போல் இங்குச் செய்வதில்லை. இங்கு மேலிருந்து கீழ் நோக்கி ஒரே வேகத்தில் ஓர் அசைவு உள்ளது. அத்துடன் இடமிருந்து வலமாக மற்றோர் அசைவும் உள்ளது. இவ்விரண்டு அசைவுகளின் கலப்பே இந்த வரிக் கண்ணோட்டம் ஆகும். அதாவது இடமிருந்து வலம் நகர கிடைப்புற இரம்பப் பல் வடிவ மின்அலைப்பியும்,மேலிருந்து கீழாக நகர உச்சி இரம்பப்பல் வடிவ மின்னலைப்பியும் பயன்படும்.உச்சத் திரும்பல் அலைப்பியின் அலைவெண்--50Hzகிடைத்திரும்பல்அலைப்பியின் அலைவெண்(25 × 625) Hz. ஆகவே சாய்ந்த வரிகள் கொண்ட படமே கிடைக்கிறது. ஆனால் ஒரு படத்தை 625 வரிகளாகப் பிரித்துப் பார்ப்பதால் இந்தக் கோடுகள் சாய்த்திருப்பது புலப்படாது. இரம்பப் பல் அலைப்பியை முன்னேற்ற நேரம், திரும்பும் நேரம் என்று இரண்டு பாகங்களாகப் பிரிக்கலாம்.

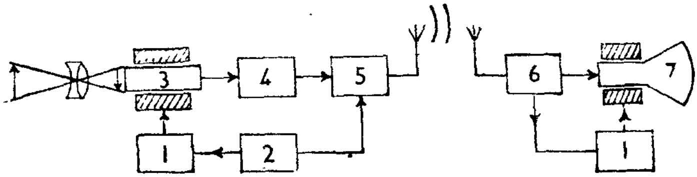
படம் 3-ல் T_1 முன்னேற்ற நேரம், T_2 திரும்பும் நேரம். திரும்பும் நேரத்தை எவ்வளவு குறைக்க முடியுமோ அவ்வளவு குறைக்க முயற்சி செய்வார்கள். ஆனால் இந்தத் திரும்பும் நேரத்தைப்



படம் 0—3.
இரம்பப்பல் வடிவம்.

பரப்பப்பட்ட ஒளிக் குறிப்புகளை ஏற்று மறுபடியும் படமாக

அமைக்கும் பொழுது, முக்கியமாக வேண்டிய இணக்கப் பொருத்தமுண்டாக்க, அவசியமான இணக்கக் குறிப்புகளைப் பரப்ப உபயோகிக்கலாம். ஆகவே T_2 நேரத்தை இணக்கக் குறிப்பின் இருப்பு நேரத்திற்கு ஏற்றவாறு அமைக்க வேண்டியிருக்கிறது. அதே கொள்கை உச்சத் திரும்பலுக்கும், கிடைத் திரும்பலுக்கும் உபயோகமாகிறது.



1, வரிக்கணோட்ட இயற்றிகள்
2. இசைவுத துடிபபியற்றிகள்
3. படபபெட்டிக் குழல்
4. மின்பெருக்கி
5. மின்பரபபி
6 மின் ஏற்பி
7. படக்குழல்
8. கோடிட்டவை மின்காந்த விலக்கச் சுருள்கள்,

படம் 0—4.

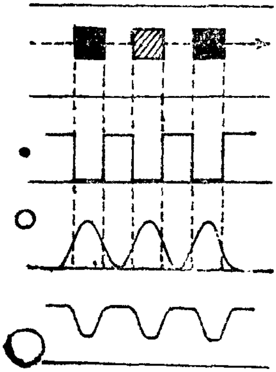
தொலைக்காட்சித் தொடர்பு முறை நிகழ்வெண் செவ்வகம் படம்

ஒரு தொலைக் காட்சிதொடர்பின் செவ்வகப்படம், படம் 4-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. காட்சி, கண்ணாடி வில்லைகள் மூலம் படப் பெட்டிக் குழலின் ஒளியுணர்வுள்ள பூச்சின் மேல் குவிக்கப்படுகிறது. பூச்சின் ஒவ்வொரு பாகத்திலும் விழும் ஒளிக்கேற்றவாறு மின்சார மாறுதலுண்டாகிறது. இம் மாறுதல்களைப் படப் பெட்டிக் குழலில் உள்ள எதிர்மின்னிக் கதிர்களால் (கண்ணுக்குப் பதில்) வரிவரியாக ஆராய்கிறோம் ஒளிக்கேற்றவாறு கதிர்களின் எதிர்மின்னி எண்ணிக்கை பூச்சை அடைந்தபின் மாறுகிறது. இம் மாறுதல்களைப் படக் குறிப்புகளாக எடுத்துக் கொள்கிறோம். இந்த மின்னோட்டம் மின்மிகைப்பி மூலம் பெரிதாக்கப்பட்டு அலை மாற்றச் சுற்றுவழியை அடைந்து ஊர்தி அலை மூலம் பரப்பப்படுகிறது. அலைமாற்றமடையுமுன் இணக்கத் துடிப்புகள் படக் குறிப்புகளுடன் கலக்கப்படுகின்றன. நாம் காட்சியைப் பார்க்க மின் ஏற்பியை உபயோகிக்கிறோம். ஏற்பி ஒத்திசைவுச் சுற்று வழியின் மூலம் நாம் விரும்பும் ஊர்தி அலையைத் தேர்ந்தெடுத்து அலைமாற்றம் செய்து படக் குறிப்புகளை அடைகிறோம். இங்கு இணக்கத் துடிப்புகளைத் தனியே பிரித்து, அவைகளைக் கொண்டு விலக்கச் சுருள்களின் இரம்பப் பல் அலைப்பிகளை இயக்கச் செய்

கிறோம். படச் சைகைகள் படக் குழலை அடையும் பொழுது, படப்பெட்டிக் குழலில் வரிவரியாக ஆராயப்பட்ட நிகழ்ச்சி படக் குழலில் வரிவரியாக வெளியிடப்படுகிறது. இணக்கத் துடிப்புகள், படப்பெட்டிக் குழல், படக்குழல். ஆகியவைகளில் முதல் வரி, முதல் வரியாகவும்; இரண்டாவது வரி, இரண்டாவதாகவும், இப்படி வரிக்கு வரி இணக்கம் உண்டாக உதவுகின்றன. அதேபோல் படத்தின் ஒற்றைப் படை பாகம் ஏற்பியில் ஒற்றைப் படை பாகமாகவும், இரட்டைப் படை பாகம் இரட்டைப் படை பாகமாகவும் அமையவும் உதவுகின்றன. அதாவது இடைப் பின்னல் ஒழுங்காக அமையவும் உதவுகின்றன. இடைப் பின்னல் ஒழுங்காக அமையவே ஒரு படத்தின் வரிகள் ஒற்றைப்படையாக உள்ளன. அதனால் ஒரு பாகத்தின் முடிவில் அரை வரியில் நிற்கும்; திரும்பியபின் அரை வரியிலிருந்து துவங்கும் (படம் 2-ல் BB). இரண்டாவது பாகம் முடியும்பொழுது முழு வரியில் முடிந்து, திரும்பிய பின் முழு வரியில் ஆரம்பிக்கும் (*AA*) இம் முறையால் இடைப்பின்னல் சரியாக அமையும்படி செய்து விடமுடியும். படக் குழல் சாதாரண எதிர் முனைக் கதிர்க் குழல் போன்றது. ஆனால் அதன் ஒளிரும் கலவை எதிர்மின்னித் தாக்குதலில் வெள்ளை ஒளி வெளியிடுமாறு அமைக்கப்படும். மேலும் படக்குழல் குறுகிய இடத்தை அடைத்துக் கொள்ளும்படி செய்ய மின்காந்தச் சுருள்கள் மூலம் கதிர் விலக்கல் செய்கிறோம்

இப்பொழுது தொலைக்காட்சிப் படக் குறிப்புகளைப் பகுப்பான் மூலம் நன்கு படமாக அடைய வேண்டிய குறைந்த அளவு அலைவெண் பட்டையகலத்தைக் கணக்கிடலாம். விநாடிக்கு 25 படங்கள் அனுப்பப்படுகின்றன; ஒவ்வொரு படமும் 625 வரிகள் கொண்டது. ஆகவே வரி அலைவெண் = 1562 Hz ஆகும். ஒரு பட மூலத்தைச் சதுர வடிவமாகக் கொள்ளலாம். நீள அகல விகிதம் $\frac{4}{3}$. அகலவாக்கில் 625 வரிகள் வருவதால் நீளவாக்கில் $625 \times \frac{4}{3}$ வரிகள் வரவேண்டும். அப்பொழுதுதான் பட மூலம் சதுர வடிவமாகும். ஆகவே ஒரு பட மூலத்தை அனுப்ப ஆகும் நேரம் $= \frac{3}{15625 \times 625 \times 4}$. ஒரு வரியின் படமூலங்கள் அடுத்தடுத்து கருப்பும் வெளுப்புமாக இருப்பின் படக் குறிப்பு ஒரு செவ்வக (சதுர) அலை வடிவமாகும். ஆகவே உச்ச அலைவெண் $= \frac{15625 \times 625 \times 4}{3 \times 2}$ Hz = **6,510,417** Hz, அதாவது 65 லட்ச நொடிச் சுழல் நிகழ்ச்சிகள். ஆனால் நடைமுறையில் இதன் 80 சதவீத பட்டையகலமே கொடுக்கப்படுகிறது

இதற்குக் காரணம் வரிக் கண்ணோட்டமிடும் எதிர்மின்னிக் கதிரின் விட்டம் படமூலத்தின் அளவு இருப்பதாகும். படம் 5-ல் கதிரின் விட்டத்தினுல் வெளி வரும் படச் சைகைகளின் வடிவம் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. விட்டம் அதிகமாக, உருக்குலைவும் அதிகமாகிறது. இதற்குத் துளை உருக்குலைவு என்பது பெயர். இவ்வுருக்குலைவால் உச்ச அலைவெண் குறைகிறது ஆகவே, ஐரோப்பாவில் 5 MHz-ம் ரஷ்யாவில் 6 MHz-ம் பட்டையகலமாகக் கொண்டுள்ளனர்.



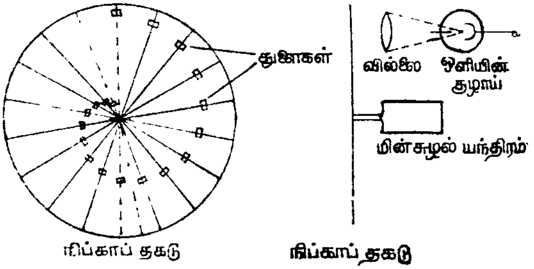
படம் 0—5.
எதிர்மின்னிக் கதிரின் விட்டமும், வெளிவரும் படக்குறிப்பு அலைவடிவமும்

நாம் பின்வரும் அத்தியாயங்களில் தொலைக்காட்சித் தொடர்பில் வரும் பாகங்களைப் பற்றிச் சிறிது விரிவாகக் கவனிப்போம்.

1. படப்பெட்டிக் குழல்களும், படக் குழல்களும்

ஒரு நிகழ்ச்சியைக் கண்ணாடி வில்லைகள் மூலம் ஒளி நுண்ணுணர்வுள்ள படலத்தின் மேல் நல்ல பிம்பம் வருமாறு குவியச் செய்கிறோம். பிம்பம் நிகழ்ச்சியின் விவரங்களைக் குறிக்கும் படமாக அமைகிறது. ஆனால் இதன் அளவுகள் குறைந்திருக்கும். ஒளி நுண்ணுணர்வுள்ள படலங்கள் இருவகை ஆகும். ஒன்று ஒளிர்வுச் செறிவுக்கேற்றவாறு எதிர்மின்னிகளை வெளியிடும் படலம்; மற்றது ஒளிர்வுச் செறிவுக்கு ஏற்றவாறு மின்தடை மாறுதல் அடையும் படலம். இருவகைப் படலங்களும் உபயோகப்படுகின்றன. ஆனால் ஒரு முக்கிய விஷயத்தை நாம் கவனிக்க வேண்டும். படத்தைச் சிறு அடிப்படைப் பட மூலங்களாகப் பிரித்து ஒவ்வொரு மூலத்தின் ஒளிர்வுச் செறிவுக்கும் ஏற்றவாறு மின்னோட்டமோ மின்னழுத்தமோ வெளிவரச் செய்கிறோம். ஆகவே, வரிக் கண்ணோட்டமேற்படும் வரை படமூலத்தின் மின் நிலை அருகிலுள்ள பட மூலங்களின் நிலைக்கேற்றவாறு மாறுபடக் கூடாது. அதாவது ஒவ்வொரு பட மூலமும் அதன் மீது விழும் ஒளிர்வுச் செறிவுக்கேற்ற மின் நிலையை $\frac{1}{25}$ விநாடியாவது நிலையாக வைத்திருக்கவேண்டும். படலத்தின் பக்கவாட்டில் மின் கசிவு ஏற்படக்கூடாது; அதாவது படலத்தின் தடிப்பு மிகவும் குறைவாக இருந்து, பக்கத் தடை அதிகமாக இருக்க வேண்டும். இதற்காகவே முதலில் உண்டான படப்பெட்டிக் குழலான இகனுஸ்கோப்பில் ஒன்றுக்கொன்று மின்காப்பியிடையுள்ள 50 லட்சம் முதல் 1 கோடிவரை இருக்கும். எதிர்மின்னி உமிழ்வான் புள்ளிகளைக் கொண்ட ஒளி நுண்ணுணர்வுப் பரப்பை அமைத்தார்கள். ஆனால் தற்பொழுது ஒரு மைக்ரோ மீட்டருக்கும் குறைவான தடிப்புள்ள மெல்லிய ஒரே தடிப்புள்ள படலங்களைத் தயாரிக்கும் முறைகளை அறிந்திருப்பதால் மேல் கூறியவாறு ஒரு கோடி புள்ளிகளைப் பரப்ப வேண்டிய முயற்சி தேவையற்றுப்போகிறது.

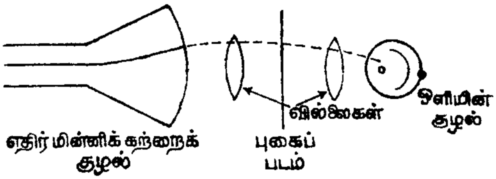
வரிக் கண்ணோட்டத்தில் இருமுறைகள் உள்ளன. ஒன்று உடன் கண்ணோட்டம்; மற்றது சேமிப்புக் கண்ணோட்டம். ஒரு பட மூலத்தை ஆராய $1 \cdot 5 \times 10^{-7}$ விநாடியாகிறது என்று அறிந்தோம். ஒளி விழும் இப்பொழுதில் வரும் மின்னோட்டத்தையோ அல்லது மின்தடை மாற்றத்தையோ அளப்பது உடன் கண்ணோட்டம். இது முதலில் நிப்காப் வளையம் மூலம் செய்யப்பட்டது. இத்தகட்டில் படத்தின் வரிகளுக்கேற்றவாறு



படம் 1—1

நிப்காப் தகடு மூலம் கண்ணோட்டம்

துளைகளிடப்பட்டன. ஒரு துளையின் கீழ்ப்பாகமும் அதற்கடுத்த துளையின் மேல் பாகமும் ஒரே மட்டத்திலிருப்பதால் வரிவரியாக ஒன்றோடொன்று ஒட்டியபடி கண்ணோட்டமிட முடிகிறது. தகடு விநாடிக்கு 25 தடவை சுற்ற வேண்டும். இத் துளைகளுக்குப் பின் ஒரு குவி வில்லை அமைந்து துளைகள் வழி வரும் ஒளியை ஒளிமின் குழலின் உமிழ்வான் மீது விழச் செய்கிறது ஒவ்வொரு வரியிலும் சிறு சிறு பாகமாக நிகழ்ச்சி, குவி

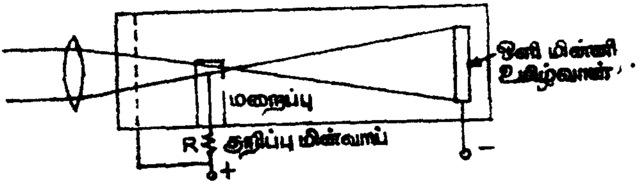


படம் 1—2 (a)

பறக்கும் புள்ளி வரி மின்னோட்டம்

வில்லை மூலம் ஒளி மின் குழலை அடைகிறது. இதனை உடன் கண்ணோட்டமென்றும் கூறலாம். அதாவது நிகழ்ச்சியின் ஒரு சிறு பாகத்தின் ஒளி விவரம் ஒளி மின் குழலில் விழுந்த உடனேயே வரும் மின்னோட்டத்தை எடுத்துக் கொள்கிறோம்.

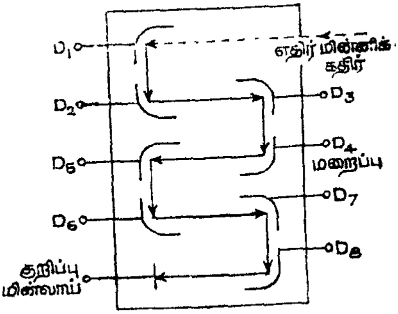
இப்பொழுது நிப்காப் தகட்டுக்குப் பதில் எதிர் மின் கதிர்க்குழலை உபயோகித்து, கதிரை வரி வரியாகக் கண்ணோட்டமிடச் செய்கின்றனர். கதிர் ஒளிரும் படலத்தில் விழும்பொழுது வரும் ஒளி அதன் முன்னிருக்கும் நிலைப் படத்தின் மூலம் வெளி வந்து அதன் முன் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் ஒளி மின் குழலில் விழுகிறது. மின்னோட்டம் படத்தின் வெளுப்பு-கருப்புத் தன்மைக் கேற்றவாறு மாறுதலடையும். ஃபார்ன்ஸ்வர்த் பிம்பப் பகுப்பானில் நிப்காப் முறைபோல் நிகழ்ச்சியின் பாகங்களை ஒன்றன் பின் ஒன்றாக ஒளி மின்னி உமிழ்வானில் மேல் குவிக்கிறோம்.



படம் 1—2 (b)

ஃபார்ன்ஸ்வர்த் பிம்பப் பகுப்பி

அதிலிருந்து வரும் எதிர்மின்னிகள் அதிக நேர் மின்னழுத்தம் உள்ள குறிப்பு மின்வாயை நோக்கி அடைகின்றன. இந்த உடன் கண்ணோட்ட முறையில் வரும் மின்னோட்டம் மிக மிகக் குறைவு. மின்னோட்டத்தை அதிகப்படுத்த எதிர் மின்னிப் பெருக்கிகளை உபயோகிக்கலாம். ஃபார்ன்ஸ்வர்த் பகுப்பியில் குறிப்பு மின்வாய்க்கு முன் பல நேர் எதிர் மின்வாய்களை அமைத்து, துணை எதிர் மின்னி உமிழ்வு மூலம் எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கையையும், அதன் மூலம் மின்னோட்டத்தையும் அதிகரிக்கிறார்கள். இதன் மூலம் மின்னோட்டப் பெருக்கம் 10000-க்கும் மேல் அதிகரிக்கிறது.

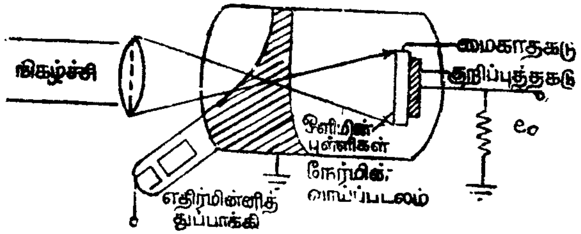


படம் 1—3, எதிர்மின்னிப் பெருக்கம்

$D_1 - D_8$ நேர் எதிர்மின்வாய்கள்

சேமிப்பு முறையை இப்பொழுது ஆராய்வோம். இங்கு நிகழ்ச்சியின் முழுப் பிம்பமும் ஒளியுணர்வுப் படலத்தின் மேல்

குவிக்கப்படுகிறது. ஆகவே ஒளிக்கேற்றவாறு எதிர்மின்னியை வெளியிட்டு ஒரு நிலை மின் பண்பை அடையத் தோதாகிறது. இப்பொழுது ஒளியுணர்வுப் படலத்தை எதிர் மின்னிக் கற்றை மூலம் வரி வரியாக ஆராய்கிறோம். ஆகவே, ஒரு முறை எதிர் மின்னிக்கற்றை ஒரு பட மூலத்தைத் தொட்டு, பிறகு அடுத்த முறை வருவதற்கு $_{25}$ விநாடி நேர இடைவெளியுள்ளது. இவ் விடைவெளியில் அப் படமூலம் மறுபடியும் ஒளிக்கேற்றவாறு நிலையான மின்பண்படைய நேரம் இருக்கிறது. இதனால் நுண்ணுணர்வு 10^5 பங்கு அதிகமாகிறது.

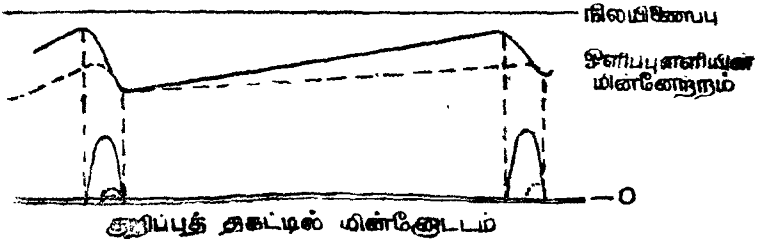


படம் 1—4

இகனாஸ்கோப்

இகனாஸ்கோப்பின் ஒளி நுண்ணுணர்வுப் படலம் மின்காப்பியான மைகா தகட்டின்மேல் பரப்பப்பட்டுள்ள ஒரு கோடி எதிர் மின்னி உமிழ்வான் புள்ளிகள் ஆகும். இவை ஸீஸியம்-ஸீஸியம் உயிரகைக் கலவையில் வெள்ளி மாசிடப்பட்டவை. மைகா தகட்டின் மறுபுறம் ஒரு மின் கடப்புப் படலம் அமைந்துள்ளது. அதுவே குறிப்பு மின்வாயாக அமைகிறது. பிம்பத்தின் ஒளிர்வுச் செறிவுக்கு ஏற்றவாறு புள்ளிகள் எதிர்மின்னிகளை உமிழ்கின்றன. அதனால் அவை நேர் மின்னேற்றமடைந்து காணப்படும். எதிர்மின்னித் துப்பாக்கி ஒரு குறுகிய எதிர் மின்னிக் கற்றையை வெளியிடுகிறது. இக் கற்றை விலக்கும் சுருள்களின் மூலம் வரி வரியாக மின்னேற்ற பிம்பத்தை ஆராய்கிறது. கற்றை, பட மூலத்தைத் தொடும்பொழுது அதன் மின்னேற்றத்தை நடுநிலையாக்க முயலுகிறது. கொண்மத் தத்துவப்படி குறிப்புத் தகட்டில் இணையான நேர் மின்னோட்டம் உண்டாகும். இவ்வாறு எல்லாப் பட மூலங்களையும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக எதிர்மின் கற்றை ஆராயும். குறிப்புத் தகடும் நேர்முனையும் நிலையிணைப்புடையவை. ஆகவே, எதிர்மின்னி உமிழ்வான் எதிர் மின்னழுத்தத்திலிருக்க வேண்டும். ஒளி உமிழ் புள்ளிகள் மற்ற மின்முனைகளுடன் இணைப்பற்றிருக்கின்றன. கொண்மத்

தத்துவப்படி குறிப்புத் தகடு நிலவிணைப்புடன் இருப்பதால் மின்னேற்றமற்ற நிலையில் ஒளியுணர்வுப் புள்ளிகளும் நிலத்தின் மின்



முழுக்கோடு அதிக ஒளிச் செறிவுள்ளபொழுதும் உடைந்த கோடு குறைந்த ஒளிச்செறிவுள்ளபொழுதும் வரும் நிகழ்ச்சிகள்.

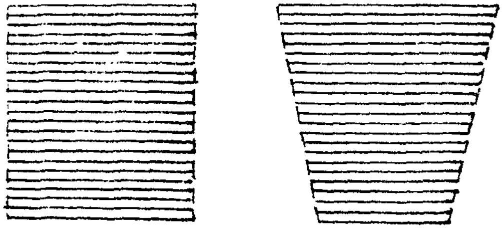
படம் 1—5

இகனஸ்கோப் ஒளிப்புள்ளி மினனேற்றம்

னழுத்த நிலையிலிருக்க வேண்டும். எதிர்மின்னிக் கற்றை உமிழ்வானிலிருந்து வருவதால் ஒளியுணர்வுப் புள்ளிகளை அடையும் பொழுது அதிலுள்ள ஒவ்வோர் எதிர்மின்னியும் இந்த மின்னழுத்த வேற்றுமைக்கேற்ற (உமிழ்வான் நில மின்னழுத்த வேற்றுமை) ஆற்றலுடன் ஒளியுணர்வுப் புள்ளிகளைத் தாக்கும். இதனால் துணை எதிர்மின்னிகள் இப் புள்ளிகளிலிருந்து வெளி வரும். ஆகவே ஒளியுணர்வுப் படலத்தின் முன் ஓர் எதிர் மின்னிக் கூட்ட மேகம் அமையும். இதனால் வெளிவரும் துணை எதிர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை குறையும். ஒளி உமிழ்வாலும், துணை உமிழ்வாலும் வரும் எதிர்மின்னிகள் குழலின் உட்புறம் பூசப்பட்டிருக்கும் மின் கடப்பி நேர்முனைப் படலத்தை அடையும். துணை எதிர்மின்னிகள் அருகில் அதிக ஒளிச் செறிவால் மின்னேற்றம் அடைந்திருக்கும் புள்ளிகளை அடைந்து அவற்றின் மின்னேற்றத்தைக் குறைத்து விடும். இந்தத் துணை எதிர்மின்னிப் பரவலால் பிம்பமற்று ஒளியுணர்வுப் படலம் கருப்பாக இருக்கும் பொழுதும் குறிப்புச் சுற்று வழியில் மின்னோட்டமுண்டாகிறது. முதலில் இதனைச் சரி கட்ட, புற மின்னோட்டமுண்டாக்க வேண்டும்

எதிர்மின்னித் துப்பாக்கி சாய்வாக இருப்பதால், எதிர் மின்னிகளின் சிதறல் உண்டாகிறது. மேலும் படலத்தின் மேற்புற வரிக் கண்ணோட்டக் கோணமும், கீழ்ப்புற வரிக் கண்ணோட்டக் கோணமும் மாறுபடுகின்றன. இதனால் மூலக்கல் படம் வருகிறது. ஆகவே வெளியீடு மின்குறிப்புகளைச் சிறிது சரிகட்டித்தான் அனுப்பவேண்டும். எதிர்மின் கூட்ட மேகம், துணை எதிர்மின்னிகளின் பரவல் ஆகியவைகளால் நுண்ணுணர்வு

அறிமுறைக்குரிய மதிப்பில் 5 — 10% மதிப்புடையதாக இருக்கிறது. மற்றும் ஒளி, மின்னோட்டச் சார்பு நேர் கோடாக இல்லை. ஆகவே இகனாஸ்கோப்பில் அநேகக் குறைகளுள்ளன. ஆனால் முதல் முதலாக வெளியான சேமிப்பு முறைப் படப்பெட்டிக் குழல் என்கிற முறையில் அது சிறிதளவு விளக்கப்பட்டது.



சாதாரண வரிப்படம் மூலைக்கல் வரிப்படம்

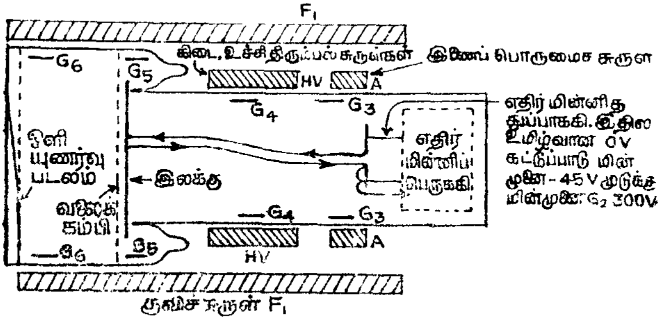
படம் 1—6.

வரிப்படங்கள் (இகனாஸ்கோப்)

சாய்வுக் கண்ணோட்டத்தால் வரும் எதிர்மின்னிச் சிதறல், அதிக ஆற்றலுடன் வருவதால் உண்டாகும் துணை எதிர்மின்னி உமிழ்வு, ஆக, இந்த இரண்டு குறைகளையும் நீக்க, செங்குத்தான வரிக் கண்ணோட்டமுண்டாக்கும் படப்பெட்டிக் குழல் அமைப்பைச் செய்தார்கள். அத்துடன் மேலும் பல முன்னேற்றங்களும் செய்யப்பட்டன. இவை எல்லாம் சேர்ந்தது பிம்ப ஆர்திகான் குழல் ஆகும். இதைப் பிம்ப பாகம், செங்குத்துக் கண்ணோட்ட பாகம், எதிர்மின்னிப் பெருக்க பாகம் என்று மூன்று பிரிவுகளாகக் கருதலாம்.

பிம்ப பாகத்தில் ஒளி ஊடுருவும் மெல்லிய ஒளி நுண்ணுணர்வுப் படலம், அதன் வெளிப்புறம் அமையும். பிம்பத்தின் ஒளிச் செறிவுக்கு ஏற்றவாறு உட்புறத்திலிருந்து எதிர்மின்னிகள் வெளிவருகின்றன. இவ்வெதிர்மின்னிகள் மின்புலத்தின் ஈர்ப்பால் நேராகச் சென்று 2×10^{-6} மீட்டர் தடிப்புள்ள கண்ணாடி இலக்கை அடைகின்றன. அவை நேராகச் செல்ல இந்த இடத்தில் காந்தப் புலம் அமைந்துள்ளது. இக் காந்தப்புலம் குவிச்சுருளில் இருக்கும் நேர்மின்னோட்டத்தால் உண்டாகிறது. இலக்கைத் தாக்கிய எதிர் மின்னிகள் துணை எதிர்மின்னிகளை உமிழ்கின்றன. இவ்வெதிர் மின்னிகளை இலக்கை ஒட்டியது போல் உள்ள, அங்குலத்திற்கு 500 முதல் 1000 வரை கண்களுள்ள, அலுமினியக் கம்பி வலை ஈர்த்துக் கொள்கிறது. ஆகவே, துணை எதிர்மின்னி மேகமோ அல்லது அதன் பரவலோ இல்லாமல் போய்விடுகிறது.

இலக்கில் உண்டாகும் பிம்ப மின்னேற்றப் படம் பக்கவாட்டில் கசிந்து எல்லாம் ஒரே மின்னேற்ற அளவு அடையாதவாறு

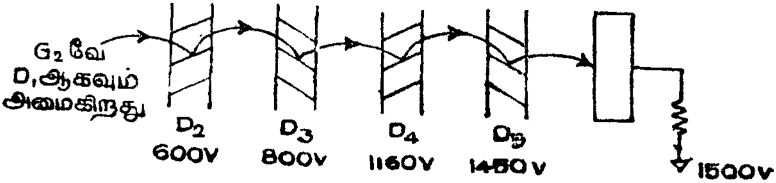


படம் 1 – 7.

பிம்ப ஆர்திகான குழல

இதில் மின்முனை G_3, 225 — 300V ; G_4 160 — 240V.

G_5,0 — 90V; G_6 — 40 — (— 400)V; ஒளியுணர்வுப் படலம் — 300 முதல் — 500V.



படம் 1—7 (*a*)

எதிர் மின்னிப் பெருக்கி அமைபபு

D_1 முதல் D_5 வரை நேர் எதிர்மின் முனைகள்

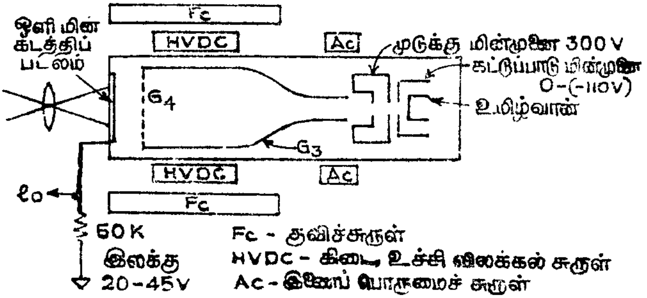
பக்கத் தடை அதிகமாக உள்ளது. துணை மின்னி வழி மூலம் இலக்கின் மின்னேற்ற பிம்பம், ஒளி உமிழ்வுப் படலத்தின் மின்னேற்ற பிம்பத்தின் பட மூல மின்னேற்றத்திற்குப் பதின்மடங்கு அதிகரித்துள்ளது. இது ஓர் எதிர்மின்னிப் பெருக்கம் ஆகும்.

இப்பொழுது செங்குத்துக் கண்ணோட்ட பாகத்தை ஆராய்வோம். எதிர் மின்னித் துப்பாக்கியிலிருந்து வரும் எதிர்மின்னிக் கதிர், கிடை, உச்சத் திரும்பல் சுருள்களினால் விலக்கமடைகிறது. குவிச் சுருளின் காந்தப் புலத்தால் கடைசியில் இலக்கைச் செங்குத்தாக வந்தடைகிறது. பிம்பமற்ற இலக்கு உமிழ்வான் மின்னழுத்தத்திலிருக்கும். ஆகவே எதிர்மின்னிகள் வேகம் குறைந்து இலக்கை அடையாமலே திரும்பி விடும். திரும்பும் பாதையும்முன்வந்த பாதையே ஆகும். அவை திரும்பி வந்து இரண்டாவது மின் முனையை அடைகின்றன. இது துணை

மின்னிகள் அதிகமாக உமிழும் பொருளால் ஆனது அதிலிருந்து வரும் துணை எதிர்மின்னிகள் முறையே D_2, D_3, D_4, D_5 ஆகியவை களில் பெருக்கமடைந்து குறிப்பு மின்முனையை அடைகின்றன. ஒவ்வொரு நேர், எதிர்மின் முனையும் ஒரு மூல எதிர்மின்னிக்கு 4 துணை மின்னிகளை அளித்தால் மொத்தப் பெருக்கம் 4^5 அல்லது 1000 மடங்கு அதிகரித்து விடும். இது எதிர்மின்னிப் பெருக்க பாகம். இலக்கில் மின்னேற்ற பிம்பம் இருக்கும்பொழுது எதிர் மின்னிக் கதிர் அந்தந்த பட மூலங்களுக்கு வேண்டிய அளவு எதிர்மின்னிகளை அளித்துவிடும்; மற்ற எதிர்மின்னிகள் திரும்பி விடும். ஆகவே குறிப்பு முனையில் கருப்புப் படத்திற்கு அதிக மின்னோட்டமும், வெண்மைப் படத்திற்கு குறைந்த மின்னோட்டமும் உண்டாகும். எதிர்மின்னிகள் இலக்கை அடையும் ஆற்றல் இலக்கின் பட மூலத்தின் மின்னேற்றத்தைப் பொறுத்தது. மின்னேற்றமதிகமானால் எதிர்மின்னி மோதும்பொழுது துணை மின்னிகள் வெளிப்படும். அப்பொழுது வெண்மையான பாகம் கருப்பாகவே தெரியும். துணை மின்னிகள் திரும்பும் கதிருடன் வந்து விடுவதே இதற்குக் காரணம் ஆகும். ஆகவே அதிக ஒளிச்செறிவு ஏற்பட்டால் மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு படத்தின் ஒளிச் செறிவைக் கணக்கிட முடியாது. இகனாஸ்கோப்பிற்கும், பிம்ப ஆர்திகானுக்கும் உள்ள வேற்றுமைகள் பின்வருமாறு: பிம்ப ஆர்திகானில், அத்தகைய வெள்ளைப் புள்ளிகள் அந்தந்த இடத்திலேயே நின்றுவிடும்; இகனாஸ்கோப்பில் எதிர்மின்னிகளின் பரவலால் பக்கத்திலுள்ள பட மூலங்களும் மாறுதலடைந்துவிடும். பிம்ப ஆர்திகானில் இந்தத் துணை மின்னிச் சிக்கல் அதிக வெண்மை வந்தபொழுது தான் உண்டாகும். ஆனால் இகனாஸ்கோப்பில் எப்பொழுதுமே இருக்கும். பிம்ப ஆர்திகானில் இந்தச் சிக்கலைச் சிலர் நன்மை எனக் கொள்வர். வெண்மையான பாகத்தில் ஒரு கருப்பு எல்லை அமையும் இதனால் வெண்மையான பாகம் மேலும் தூக்கித் தெரிவது நல்லது என்று கருதுவர். ஆனால் பிம்பம் மாறிய பின்னும் அந்தக் கருப்புக் கோடு நிலைத்து நிற்குமே! பிறகு மின்னேற்றக் கசிவின் மூலமே அது மெதுவாக மறையும். ஆகவே, பிம்ப ஆர்திகானை உபயோகிக்கும் பொழுது இந்தத் தொல்லையைப் பற்றி நன்கு சிந்திக்க வேண்டும். நிகழ்ச்சியை ஒளியுணர்வுப் படலத்தில் குவிக்கும் வில்லைக் கோர்வைகளின் துளையை வெளிச்சத்திற்கு ஏற்றவாறு அமைக்க வேண்டியது மிகவும் முக்கியம்.

கண்ணில் ஒளியுணர்ச்சி வெபர் விதிப்படி மடக்கை விதியில் அமையும். அதாவது உணர்ச்சி $= K$ (ஒளியளவு)^r அல்லது $\log$ (உணர்ச்சி) $= \log K + r \log$ (ஒளியளவு). உணர்ச்சி

ஒளியளவு ஆகியவைகளின் வரைபடத்தை மடக்கை அளவில் வரைந்தால் அது நேர்கோடாக அமையும். இதன் சரிவு காமா (γ) எனப்படும் பிம்ப ஆர்திகானின் காமா ஒன்று என்ற மதிப்புள்ளது. பிம்ப ஆர்திகான் அதிக நுண்ணுணர்வுடன் இருத்தலால் இதை வெளிப்புறக் காட்சிகளில் உபயோகப் படுத்தலாம். ஒலி பரப்பும் ஸ்டுடியோக்களிலும் இதை உபயோகிக்கிறார்கள். ஆனால் இதன் விலை அதிகம்; ஆயுளும் குறைவு; நிறையச் சரியமைப்புகள் செய்ய வேண்டியும் இருக்கிறது.



படம் 1—8.

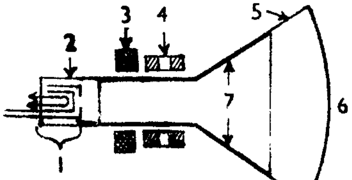
விடிகான் படப்பெட்டிக் குழல

விடிகானில் ஸெலீனியம் அல்லது ஆன்டிமனிக் கலவை ஒளி மின் கடத்தியாக உபயோகப்படுகிறது. அதன் தடிப்பு 0·0003 அங்குலம். ஒளி வரும் பக்கம் மிக மெல்லிய ஒளி ஊடுருவ விடும் மின் கடத்திப் படலம் பூசப்பட்டுள்ளது. இது தான் சைகை மின்வாய் ஆகும். ஒளி மின்கடத்தி இலக்கின் பட மூலத்தின் கருப்புத் தடை 20 மெக ஓம்; வெண்மைத் தடை 2 மெக ஓம். உமிழ்வானிலிருந்து வரும் எதிர் மின்னிக் கதிர் பட மூலத்தின் மூலம் வந்து சுமைத் தடை வழியாகச் சுற்றுவழி முடிகிறது. ஒவ்வொரு பிம்பப் பட மூலத்தையும் ஒரு கசிவுள்ள கொண்மியாகக் கருதலாம் ஒளியற்ற நேரங்களில் கசிவு குறைவு; ஒளி அதிகமானால் கசிவும் அதிகமாகிறது. அப்பொழுது கொண்மியின் மின்னழுத்தம் குறைந்துவிடுகிறது. எதிர் மின்னிக் கற்றை, கொண்மியின் மின்னழுத்தத்தைப் பழைய நிலைக்குக் கொண்டு வருகிறது எனலாம். உதாரணமாக கொண்மிகள் 125 V மின்னழுத்தமுடையனவாக இருக்க வேண்டும். ஒளியால் மின்னழுத்தம் கசிவால் குறைந்து விடுகிறது மறுபடியும் எதிர்மின்னிக் கதிர் மின்னழுத்தத்தை 125 V-க்குகொண்டு வருகிறது. இந்த மின்னேற்ற மின்னோட்டமே வெளிச் சுற்றுவழியில் வருகிறது.

விடிகான் எளிதில் கையாளக் கூடியது; உருவத்தில் சிறியது. ஆகவே இதற்கு எடை, பருமன் ஆகியவை குறைவு. இது நீண்ட நாள் உழைக்கவல்லது; அதிர்ச்சிகளைத் தாங்கக்கூடியது. இதற்கு இகனுஸ்கோப் அளவு நுண்ணுணர்வு உண்டு. இதன் காமா 0·65. விடிகானின் ஒரு முக்கியப் பண்பு, இலக்க மின் முனையின் மின்னழுத்தத்தின் மூலம் அதன் நுண்ணுணர்வைக் கட்டுப்படுத்தல் ஆகும். இதனால், ஒளி மாறுதல்களுக்கு ஏற்றவாறு நுண்ணுணர்வை அதையே மாற்றிக் கொள்ளச் செய்யலாம். ஆனால், ஒளியற்ற நிலையிலும் இதில் மின்னோட்டமேற்படுகிறது. இதனால் சுமைத் தடையின் மதிப்பை அதிகமாக்க முடியாது. மேலும் கொண்மிகள் கசிவால் மின்னிறக்கம் அடையச் சிறிது நேரமாகிறது. அதனால் ஓடும் பொருள்களைப் பார்க்கும் பொழுது ஒரு பழைய காட்சியின் பிம்பம் மெதுவாக அழிவதால் தெளிவாக இராது.

இந்தக் குறைகளை நீக்க, குறைகடத்திப் படலங்களை உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். இந்தக் குழல்களுக்கு ப்ளம்பிகான்கள் என்பது பெயர். இவை குறைகடத்தி ஒளி இரு முனையங்கள் போல் இயங்கும்; ஒளி விழ, மின்னோட்டமதிகமாகும். ஆனால் இவை தாமே ஒளிக்கேற்றவாறு நுண்ணுணர்வு மாற்றிக் கொள்ளும் தன்மையற்றவை. ஆகவே நுண்ணுணர்வு மாற்றத்தை ஒளியியல் வில்லைத் துளை மூலம் தான் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

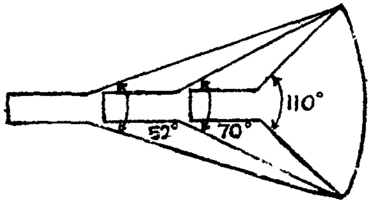
வழக்கத்திலிருக்கும் படப்பெட்டிக் குழல்களைப் பற்றி ஆராய்ந்தோம். இப்பொழுது ஏற்பியிலிருக்கும் படக் குழலைப் பற்றி ஆராய்வோம். இங்கு ஒரே விதமான படக் குழலே வழக்கத்திலிருக்கிறது. அதாவது எல்லாப் படக் குழல்களின் இயங்கும் அடிப்படை முறை ஒன்றே ஆகும். படக் குழலில் ஓர் எதிர் மின்னித் துப்பாக்கி, கிடை உச்சத் திரும்பல் சுருள்கள் ஒளிரும் கலவை பூசப்பட்ட முகம் முதலியவை உள்ளன. முதலாவது ஒளிரும் கலவை எதிர் மின்னித் தாக்குதலில் வெள்ளை ஒளி அளிக்க வேண்டும். இது மிக முக்கியம் ஆகும். இரண்டாவது முகத்தின் அளவு பெரியதாக இருப்பது



1. எதிர் மின்னித் துப்பாக்கி
2. குழாயின கழுத்து
3. குவிச் சுருள்
4. திரும்பல் (விலக்கச்) சுருள்கள்
5. குழல
6. ஒளிரும் கலவை
7. கரித்திரவப் படலம் முடுக்க மின் முனை

படம் 1—9.

நல்லது. எதிர் முனைக் கதிர்க் குழலில் முகம் வட்டவடிவமாக இருக்கும். அதன் விட்டம் 3", 5", 6" மதிப்புகளில் இருக்கும். படக் குழலின் முகம் சதுரமாகவோ அல்லது நீண்ட சதுரமாகவோ இருக்கும். அப்பொழுது மூலைவிட்டம் அளவாகக் குறிப்பிடப்படு கிறது. இது முறையே 18, 23, 31, 35, 43, 53 செ.மீ. அளவு களில் இருக்கும். மூன்றாவது, நாம் இக்குழலை ஏற்பிப் பெட்டிக்குள் வைக்க வேண்டியிருப்பதால் குழலின் மொத்த நீளத்தை எவ்வளவுக்கெவ்வளவு குறைக்க முடியுமோ அவ்வள வுக்கவ்வளவு குறைப்பது நல்லது இதற்குக் காந்த விலக்கல் முறையே சிறந்தது. இங்கு விலக்கச் சுருள்கள் குழலுக்கு வெளியே குழலைச் சுற்றி அமையும். ஆகவே, இச்சுருளின் அமைப்பை நாம் மாற்றிக்கொள்ள முடிகிறது முதலில் கதிரின் ஒரு பக்க உச்சத் திரும்பு கோணம் 26° ஆக இருந்தது. பின்பு அது 35° ஆகி, இப்பொழுது 55° ஆகிறது. இதனால் குழலின் விரியும் பாகத்தின் நீளம் குறைந்துவிடுகிறது. ஆனால் 55° திருப்ப,காந்தப் புலம் அதிகமாக வேண்டியிருக்கிறது.இதனால் அதிக மின்னோட்டம் செலுத்த வேண்டியிருக்கும். இதனால் சுருளில் அதிக வெப்பம் உண்டாகி சுருளின் பண்பு மாற்றமடையலாம். ஆகவே மின்னோட்டத்தின் உச்ச மதிப்பைக் குறைக்க, குழலின் கழுத்து விட்டத்தைக் குறைத்துவிடுகிறார்கள். அதாவது எதிர்மின்னித் துப்பாக்கியின் பாகங்களும் அளவில் சுருங்கி விடுகின்றன. இதனால் 26° குழலிலும், 55° குழலிலும் உபயோகிக்கப்படும் விலக்கச் சுருள்களின் திறன் ஒரே அளவாக இருக்கும்.



படம்-1 10.

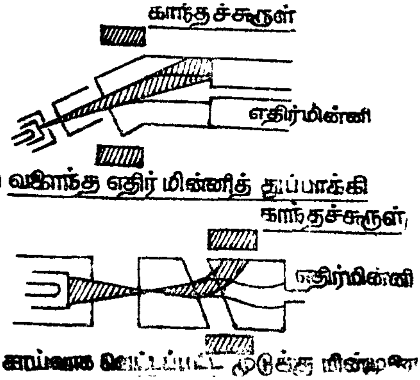
குழலின் நீளம் திரும்பு கோணத்திற்கு ஏற்ப மாறுவதைக் குறிக்கும் படம்.

நாம் தொலைக்காட்சி ஏற்பியை எந்நேரத்திலும் உபயோகப் படுத்துவோம். ஆகவே சுற்றுப்புற வெளிச்சத்திலும் தொலைக் காட்சிப் படம் தெளிவாக, பிரகாசமாகத் தெரிய வேண்டும். இதற்கு எதிர்மின்னி மிடுக்கு மின்னழுத்தம் 10 கிலோ வோல்ட் முதல் 20 கிலோ வோல்ட் வரை அமையும். இதனால் துணை மின்னிகள் ஒளிரும் கலவையிலிருந்து வெளிப்படும். இங்கு ஒட்டும் மின்னழுத்தம் என்றால் என்ன என்பதை விவரிக்க வேண்டும். ஒளிரும் கலவை ஒரு குறைகடத்தியாகவே அல்லது மின்காப்பியாகவே அமையும். அது எந்த மின்முனைக்கும் இணைக்

கப்படுவதில்லை. அதன் மின்னழுத்தம் மின்னேற்றத்தைப் பொறுத்திருக்கும். மின்னேற்றம் துணை எதிர்மின்னிகள் வெளிப்படுவதால் உண்டாவது ஆகும். ஓர் எதிர்மின்னி வரும்பொழுது ஒரு துணை மின்னி வெளிப்பட்டால் விளைவு மின்னேற்றம் ஒன்றுமில்லாமல் போய் விடும். துணை மின்னிகள் அதிகரிக்க, விளைவு மின்னேற்றம் அதிகமாகி, அதனால் அழுத்தமும் அதிகமாகிறது. துணை மின்னிகள் கரி திரவப் படலத்தை அடைந்துவிடும். துணை மின்னிகளின் எண்ணிக்கை மின்னழுத்தத்துடன் அதிகரித்துக் கொண்டே போய்,ஒரு மின்னழுத்தத்தில் உச்ச எண்ணிக்கையை அடையும். அதற்குப்பின் துணை மின்னிகளின் எண்ணிக்கை குறைந்துகொண்டே போகும். மூல எதிர்மின்னிகளின் ஆற்றலுக்கேற்ற மின்னழுத்தம், ஒளிரும் படலம் அடையாது. ஆகவே, எதிர் மின்னிகளின் முடுக்கு மின்னழுத்தத்தை அதிகரித்துக் கொண்டே போய், அதனால் உண்டாகும் ஒளிரும் கலவையில் வரும் புள்ளியின் ஒளியை அளந்து பார்த்தால் ஒரு முடுக்கு மின்னழுத்தத்திற்கு மேல் புள்ளியின் ஒளி மாறுதலடையாது எனத் தெரியும்.அதாவது எதிர் மின்னிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றலுக்குமேல் ஒளிரும் படலத்தை அடையா. ஒளிரும் படலத்தை அடையும்பொழுது இருக்கும் எதிர்மின்னியின் ஆற்றல் ஒளிரும் கலவையின் விளைவு மின்னழுத்தத்திற்கு ஈடாகும். இம் மாறுதலடையா விளைவு மின்னழுத்தத்தை, ஒட்டும் மின்னழுத்தம் என்று கூறலாம். இதைத் தவிர்க்க ஒளிரும் கலவையின் உட்புறம் ஒரு மெல்லிய அலுமினியப் படலம் அமைக்கின்றனர். அலுமினியம் மின் கடத்தி ஆதலால் அதனை முடுக்கு மின்முனையுடன் இணைத்து விடலாம். இப்பொழுது படலத்தின் மின்னழுத்தத்தை நமக்கு வேண்டியவாறு அமைக்க முடியும் ; ஒட்டு மின்னழுத்தத் தகராறு இல்லை. இப்பொழுது மற்றொரு பயனையும் நாம் அடைகிறோம். அலுமினியம் எதிரொளிப்பானாக அமைந்து ஒளிப் புள்ளியின் ஒளியைச் சிதறவிடாமல் வெளிப்பக்கமே அனுப்புகிறது. இதனால் பொலிவும் அதிகரிக்கிறது. ஆகையால் இப்பொழுது அலுமினியம் பூசப்பட்ட திரைகளையே உபயோகிக்கிறார்கள்.

முடுக்கு மின்னழுத்தம் அதிகமாக இருப்பதால், எதிர்மின்னிகளின் ஆற்றலும் அதிகமாகிறது. இதனால் குறையணுக்கள் உண்டாகின்றன. நேர்க் குறையணுக்கள் உமிழ்வானை நோக்கிச் சென்று அதன்மீது மோதும். இதனால் உமிழ்வானிலிருந்து எதிர்க் குறையணுக்கள் உண்டாகி, ஒளிரும் கலவையை மோதும். குறையணுக்களின் எடையும் விட்டமும் அதிகமாக இருப்பதால், கலவை பழுதடைந்துவிடும். ஆகவே குறையணு விலக்கம் முக்கியமாகிறது. இதற்கு எதிர்மின்னித் துப்பாக்கியை வளை

வாகவோ அல்லது முதல் முடுக்கு மின்முனைச் சாய்வு இடைவெளி யுள்ளதாகவோ அமைக்கவேண்டும். மின்புலத்தில் குறையணுக்களும் எதிர்மின்னிகளும் ஒரே பாதையில் செல்லும். காந்தப் புலத்தில் அயனிகளின் எடையால் அவைகளின் திரும்பல் குறைவாக இருக்கும். ஆகவே மின்புலத்தின் மூலம் சாய்வுப் பாதையில் வரவைத்து, காந்தப்புலத்தின் மூலம் நேர் பாதைக்குத் திருப்பினால், எதிர்மின்னி திரும்பும். ஆனால் குறையணு திரும்ப முடியாமல் முடுக்கு மின்முனையில் மோதி மறைந்துவிடும்.



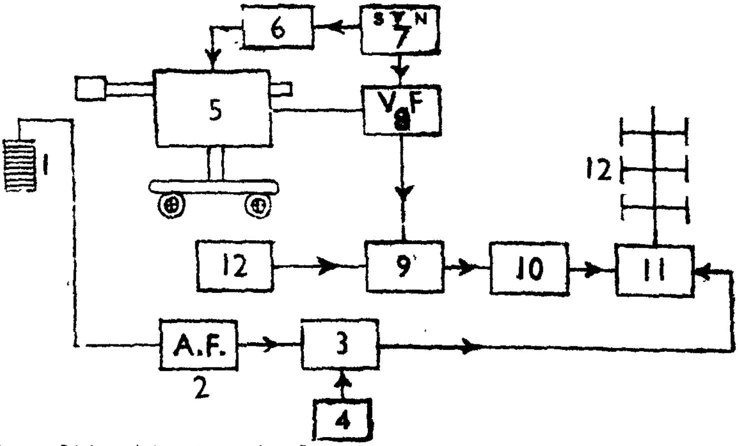
படம் 1—11.

குறையணு விலக்கமுறைகள். கோடிட்டது குறையணுப் பாதை

அலுமினியப்படலம் அமைக்கும்பொழுது குறையணுக்கள் படலத்தால் நிறுத்தப்படுகின்றன. ஆகவே கலவை பழுதடையாது.

2. தொலைக்காட்சிப் பரப்பி

படம் 1-ல் தொலைக்காட்சிப் பரப்பியின் நிகழ்வெண் செவ்வகப் படம் அமைந்துள்ளது. இங்கு, காட்சியும் ஒலியும் ஒரே நேரத்தில் எடுக்கப்பட்டு அலைமாற்றமடைந்து பரப்பப்படுகின்றன. ஒரு



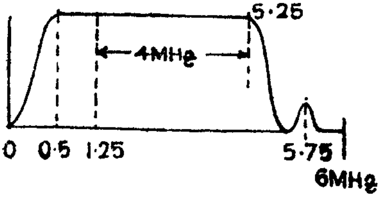
1. ஒலிப்பெருக்கி. 2. ஒலி அலைவெண மின்பெருக்கி. 3, 9. அலைமாற்றிகள் 4, 12. ஊர்தி அலைப்பிகள். 5. படப்பெட்டிக்குழல் உள்ள படமெடுக்கும் கோர்வை. 6. திரும்பல் அலைபயிகள் 7.இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகள் அலைப்பி 8, காட்சிக் குறிப்பு மின்மிகைப்பி 10. பக்கப்பட்டை வடிகட்டி 11. ஒரேதிசை குறிப்புகள் கலப்பி. 12. ஏரியல்.

படம் 2—1.

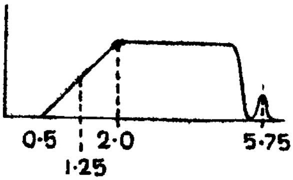
தொலைக்காட்சிப் பரப்பியின் நிகழ்வெண் செவ்வகப் படம்

தொலைக்காட்சிக் குறிப்பு,காட்சிக் குறிப்பும்,பேச்சு மின் குறிப்பும் கலந்ததாகும். அப்பொழுதுதான் நாம் ஏற்பியியல் காட்சியையும், அதற்கு இயைந்த ஒலியையும் ஒன்றாக அனுபவிக்க முடியும். ஆகவே, பேச்சு,காட்சி ஆகியவைகளின் அலைமாற்ற அலைகளைத்

தன்னுள் அடக்கிய பட்டையையே தொலைக்காட்சி அலைப்பட்டை எனலாம். அமெரிக்காவில் காட்சி ஊர்திக்கும் பேச்சு ஊர்திக்கும் இடையே 4·5 MHz அலைவெண் இடைவெளி கொண்டுள்ளனர். ஐரோப்பிய அமைப்பில் இவ்விடைவெளி 5·5 MHz ஆகும். ரஷ்யாவின் அமைப்பில் இது 6·5 MHz. ஆகவே காட்சிப் பட்டையாக முறையே 4, 5, 6 MHz உபயோகப்படுகிறது. நம் முதல் ஆராய்ச்சியில் காட்சிப் பட்டை 6·0 MHz-க்கும் மேல் வருவதைப் பார்த்தோம். நடைமுறையில் பட்டையகலத்தைக் குறைப்பதால் நுண்விளக்கங்கள் குறைபடும். அந்தந்த நாட்டு மக்களின் ரசிகத் தன்மைக்கேற்றவாறு பட்டை அகலம் அமைத்துக் கொள்ளலாம். காட்சி ஊர்தி வீச்சு அலைமாற்றம் அடைகிறது; பேச்சு ஊர்தி, அலைவெண் அலைமாற்றம் அடைகிறது. அலைவெண் அலைமாற்றத்தில் உச்ச அலைவெண் மாற்றம் 75 KHz. ஆகவே பேச்சு ஊர்திக்கு 200 KHz பட்டையகலமளிக்கவேண்டும் காட்சி ஊர்தியின் இரு பக்கப் பட்டைகளையும் பரப்பவேண்டுமானால் அதற்கு முறையே, 8, 10, 12 MHz பட்டையகலம் அளிக்கவேண்டும். ஆனால் இம்முறை கையாளப்படாமல் ஒரு பக்கப் பட்டையில் முழுமையாகவும், மறுபக்கப் பட்டையில் ஒரு சிறிதளவும் பரப்பப்படுகிறது. இதனைக் குறை ஒரு பக்கப்பட்டை பரப்புதல் எனலாம். வெறும் ஒரு பக்கப் பட்டையைப் பரப்புவதால் ஏற்பியில் உள்ள ஊர்தி



பரப்பி அலைப்பட்டைச் சிறப்பியல்பு 1·25 MHz ஊர்தி அலை-மேல்பட்டை 4 MHz. கீழ்ப்பட்டையில் 0·75 MHz பரப்பப்படுகிறது



ஏற்பி அலைப்பட்டைச் சிறப்பியல்பு ஊர்தி அலையின் ± ·75 MHz பாக இயல்பைக் கவனிக்கவும்.

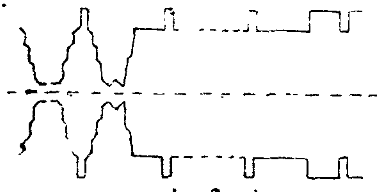
படம் 2—2.

ஏற்பி, பரப்பி பாதைச் சிறப்பியல்புகள் (அமெரிக்க முறை)

அலைவெண் அலைப்பி* பரப்பப்பட்ட ஊர்தி அலைவெண்ணுடன் இணைக்கப் பொருத்தமுடையதாக இருக்கவேண்டும். ஆனால் ஒரு பக்கப்பட்டையை முழுமையாகவும், மற்றப் பக்கப்பட்டையின் ஒரு பாகத்தையும் பரப்பும்பொழுது ஊர்தி அலையும் பரப்பப்படுகிறது. ஆகவே, இருமுனையப் பகுப்பானை உபயோகிக்கலாம். இதனால் சிக்கனமும் உண்டாகிறது. இங்குள்ள ஒரே ஒரு குறை, குறை அலைவெண் பாகங்கள் இரு பக்கப் பட்டைப் பரப்

பலாகவும், அதிக அலைவெண் பாகம் ஒரு பக்கப்பட்டை பரப்பலாகவும் அமைவது ஆகும். இதனால் குறை அலைவெண் பாகங்களின் வீச்சு, அதிக அலைவெண் பாகங்களின் வீச்சிற்கு இரு மடங்காக அமையும். இதனைத் தவிர்க்க ஏற்பியின் இடை அலைவெண் சுற்றுவழியில் அலைவெண் வீச்சு இயல்பு ஒரேயளவுடையதாக இராமல் மாறுதல் செய்யப்பட்டிருக்கும். ஊர்தி அலையின் கீழ் 0·75 MHz-ல் பூச்சியத்திலிருந்து ஊர்தி அலை மேல்பாகம் 0·75 MHz-க்கு, முழு வீச்சிற்கு நேர்கோடாக மாறுகிறது. இதனால் பதுப்பானுக்கு வெளியீட்டில் வரும் ஒளிக் குறிப்புகளின் வீச்சு, 0-லிருந்து 4 MHz அலைவெண் வரை சமமாக அமையும். ஒருபுறம் 0·5 MHz, மறுபுறம் 0·25 MHz காவல் பட்டைகள் அமைகின்றன.

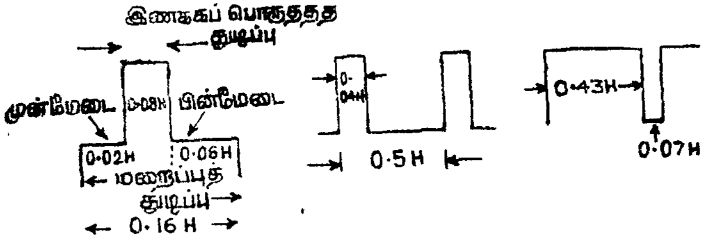
தற்போதைய சர்வதேச உடன்பாட்டின்படி எதிர்ப் பண்பேற்றம் படக் குறிப்புகளுக்கு உபயோகப்படுகிறது. எதிர்ப் பண்பேற்ற முறைப்படி அதிக வெண்மைக் குறிப்பு குறைந்த வீச்சுப் பண்பேற்ற எண்ணையும், கருப்புப் பாகம் அதிக வீச்சுப் பண்பேற்றமும் அளிப்பதாக அமையவேண்டும். இது படப்பெட்டிக் குழலிலிருந்து வெளிவரும் மின்குறிப்பு எவ்வளவு மின்னலகுக் குப் பின் அலைமாற்றியை அடையவேண்டும் என்பதை நிச்சயிக்க உதவுகிறது. இகனாஸ்கோப், விடிகான் ஆகியவைகளிலிருந்து உச்ச வீச்சுக் குறிப்பு வெண்மைக்கும், குறைந்த வீச்சுக் குறிப்பு கருப்புக்கும் வரும். ஒவ்வொரு மின்னலகும் குறி மாறுவதால் (180° கோணவேற்றுமை உண்டாக்குவதால், வெளியீடு, உள்ளீட்டிற்குத் தலை கீழாக இருக்கும். இதைக் குறி மாற்றம் எனலாம்.) அலைமாற்றியை அடையுமுன் ஒற்றைப்படை மின்னலகுகள் அமையவேண்டும். பிம்ப ஆர்திகான் உபயோகப்படுத்தினால் இரட்டைப்படை மின்னலகுகள் அமைய வேண்டும். அப்பொழுதுதான் எதிர்ப் பண்பேற்றம் அமையும்.



படம் 2—3.
எதிர்ப் பணபேற்ற முறை
வெண்மையானபாகம் 15% கருபபு 75%
பண்பேற்றம்.

வீச்சுப் பண்பேற்றத்தில் குறைந்த அளவு வீச்சுப் பண்பேற்ற எண், சுற்றுவழிகளில் உள்ள இரைச்சலைப் பொறுத்தது அதை 15% என்று எடுத்துக்கொள்வோம். அதற்கும் குறைந்த வீச்சு, இரைச்சலால் மறைக்கப்படும் ஆகவே, 15% பண்பேற்ற எண் முழு வெண்மை நிலையைக் குறிப்பதாக எடுத்துக் கொள்வோம். முழுக் கருப்பு நிலையைக் குறிக்க 75% பண்பேற்ற

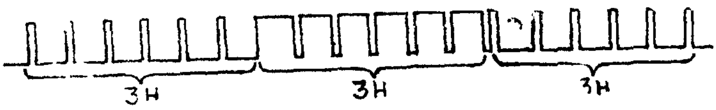
எண்ணை எடுத்துக் கொள்வோம். 7·% பண்பேற்ற முண்டாகும் பொழுதே ஏற்பி படக்குழலில் கருப்புவந்துவிடும். அதாவது, எதிர் மின்னிகள் ஒளிரும் படலத்தைத் தாக்கி ஒளி உண்டாக்காது. அப்பொழுது 75% முதல் 100% வரையுள்ள பண்பேற்றத்திற்கும் படக் குழலில் ஒளி வராது. இந்தப் பாகத்தைக் கருப்பைவிடக் கருப்பானபாகம் என்று குறிப்பிடுவர். இந்தப்பாகங்களில் ஒளித்தடைத் துடிப்புகள், கிடை, உச்ச அலைப்பிகளின் இணைக்கப் பொறுத்தத் துடிப்புகள் பொறுத்தப்படுகின்றன. ஏற்பி படக் குழலின் இடை, உச்ச இரம்பப் பல் அலைப்பிகள் முறையே பரப்பியின் படப் பெட்டிக் குழலின், இடை, உச்ச இரம்பப் பல் அலைப்பிகளுடன் இணைக்கப் பொருத்தம் உண்டாக்க அனுப்பப்படுகின்றன, இவை இரம்பப் பல் அலைப்பியின் பின்னோக்கு நேரத்தில் அமைகின்றன. பின்னோக்கு பாகத்தில் ஒளிப்புள்ளி அல்லது கதிர்கள் மறைக்கப்படவேண்டும். படப்பெட்டிக் குழலில் பின்னோக்கு நேரத்தில் கதிர், பட மூலங்களில் பாய்ந்து அவைகளின்



a) வரி இணைக்கப் பொருத்த மறைப்புத் துடிப்புகள்

b) சமனுக்கும் துடிப்புகள்

c) செங்குத்துப் பட்டைகள்



(*d*) 6 சமனுக்கும் துடிப்புகள் ; 6 செங்குத்துப்பட்டைகள் ; 6 சமனுக்கும் துடிப்புகள்—இவைகளின் கோர்வை உச்ச இணைக்கப் பொருத்தமுண்டாக்கும் சேர்க்கை.

படம் 2—4.

நிலையை மாற்றிவிடும். உடனே அடுத்த முன்னோக்கு நேரத்தில் கதிர்களை ஆராயும் பொழுது பட மூலங்கள் நிலையான மதிப்படைய நேரம் கொடுக்கப்படவில்லை. ஆகவே, பின்னோக்கு நேரத்தில் படப்பெட்டிக் குழலிலும் படக் குழலிலும் கதிர் மறைக்கப்பட வேண்டும். இதற்கு மறைப்புத் துடிப்பு அளிக்கப்படு

கிறது இம் மறைப்புத் துடிப்பின் மேல் இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்பு அமைகிறது.

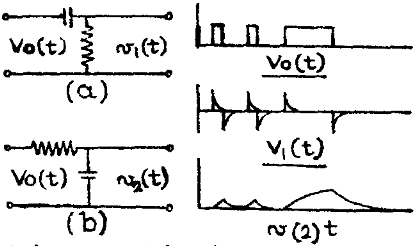
துடிப்புகளின் வடிவங்கள் படம் 4-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன. 4 (a) வரி இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்பு ஆகும். இங்கு முதல் மறைப்புத்துடிப்பு இடப்பட்டுள்ளது. அதன் மேல் வரி இணைக்கத் துடிப்பு அமைந்துள்ளது மறைப்புத் துடிப்பு 75% பண்பேற்ற எண் மட்டத்தில் அமைந்துள்ளது. எல்லா இணைக்கத் துடிப்புகளும் அமைக்கப்படுமுன் பண்பேற்றத்தை 75% அளவில் அமைக்கவேண்டும். இதற்கு மறைத்தல் என்பது பெயர். வரி இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்பு அமைப்புக்கு முன்னும் பின்னும் மேடைகள் அமைகின்றன. இவை முறையே முன் மேடை, பின் மேடை என அழைக்கப்படுகின்றன. படத்தின் ஓரம் வெண்மையாக இருப்பதாகக் கொள்வோம். அப்பொழுது பண்பேற்ற எண் 15 — 20% ஆக இருக்கும். இதனின்றும் இணைக்கப் பொருத்த மட்டமான 100% பண்பேற்றத்திற்கு வீச்சு மாறவேண்டும். வீச்சு மாற்றம் அங்குள்ள மின் அலகுகளின் பட்டை அகலத்தினைப் பொறுத்தது. அதாவது வீச்சு நொடியில் மாறுதலடையாமல் மின் அலகின் மேல் அரைத்திறன் அலைவெண்ணுக்கு ஏற்றவாறு நிதானமாக மாறுதலடையும். ஆகவே இணைக்கத் துடிப்பினுல் ஏற்பி வரி அலைவெண் அலைப்பியின் தூண்டு நேரம் பட ஓரத்தின் ஒளி நிலைக்கு ஏற்றவாறு மாறுதலடையும். ஆகையால் ஏற்புப் படக் குழலில் கண்ணோட்ட வரிகள் படத்தின் ஒளிநிலைக்கேற்ற வாறு இடப்புறத்தில் ஒரே கிடைத் தூரத்தில் துவங்காமல் பற்பல இடங்களிலிருந்து துவங்கும். இதனுல் படமூலங்கள் சரியான இடங்களில் வராமல் சிறிதளவு சலனப்பட்டு வரும் ; படம் தெளிவற்றுவிடும். இதற்காகவே முன் மேடை அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்விடைவெளிக்குள் ஏற்பிச் சுற்றில் அலைவீச்சு 75% மட்டத்திற்கு வந்துவிடும். இப்பொழுது இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்பு அமைந்தால் ஏற்பியின் வரி அலைவெண் அலைப்பி ஒரே வரி நேரத்தில் தூண்டுதலடைய உதவுகிறது. பின் மேடை வரி அலைவெண் அலைப்பியின் பின்னேக்க நேரத்திற்குச் சிறிது அதிகமாக அமைகிறது. இதனுல் தடுப்பு நேரம் முடிந்துவிடக் குறிப்புகள் வரும்பொழுது ஏற்பியின் வரிக் கண்ணோட்டம் முன்னேக்கி அமைவதாகவே இருக்குமாறு செய்யும். வண்ணத் தொலைக் காட்சி அமைப்பில் வண்ண உப ஊர்தியின் பாகை வேறுபாட்டை வண்ணத்திற்கு இசைவாக அமைக்கிருர்கள். ஆகவே நமக்குப் பரப்பியில் வண்ண உப ஊர்தியின் குறியீட்டுப் பாகையைப் பண்பேற்ற அலைகளுடன் அனுப்ப வேண்டும். இந்தக் குறியீட்டு வண்ண உப ஊர்தியைப் பின் மேடையில் அனுப்பு

கிருர்கள். இவ்வலையை வடிகட்டிச் சுற்றுவழி மூலம் பிரித்து அதைக் கொண்டு ஏற்பியில் வண்ண உப ஊர்தியை இயற்று கிருர்கள். இவ்வூர்தியின் பாகையுடன் பண்பேற்றிய வண்ணக் சைகைகளின் பாகைகளை ஒப்பிட்டு வண்ண விவரங்களை அறிய முடிகிறது.

உச்ச இரம்பப் பல் அலைப்பியின் இணக்கத் துடிப்புகள் சிறிது சிக்கல் நிறைந்தவை. இதன் நேரம் 20 வரி நேரங்களாகும். இந்த இடை நேரத்தில் வரி அலைவெண் அலைப்பியின் இணக்கப் பொருத்தம் விட்டுப்போய் விடக்கூடாது. ஆகவே உச்ச இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்புளுடன் வரி இணக்கப் பொருத்தத்தையும் அமைக்க வேண்டும். மேலும் ஓர் ஒற்றைப் படைச் சட்டமும், ஓர் இரட்டைப் படைச் சட்டமும் சேர்ந்தது ஒரு படம். ஒற்றைப் படைச்சட்டம் அரை வரியில் முடியும். இரட்டைப் படைச் சட்டம் அரை வரியில் துவங்கி முழு வரியில் முடியும். ஆகவே வரி முடிவு மாறுதல்கள் உச்ச பின் ளுேக்கத் துவக்க நேரத்தைப் பாதிக்கக் கூடாது.இப் பாதிப்பால் இடைப் பின்னல் பாதிக்கப்படும்; ஒற்றைப் படை, இரட்டைப் படை வரிகள் ஒன்றேடொன்று சேர்ந்து விடக் கூடும். ஆகவே இடைப் பின்னலைச் சரிவர அமைக்க, உச்சப் பின்ளுேட்டத் துவக்க நேரம் நிலையாக அமையவேண்டும். இதற்காக உச்ச இணக்கப் பொருத்தத்துடிப்புகளுக்கு முன் 6சமனுக்கும்துடிப்புகள் அமைந்துள்ளன. அதே போல் உச்ச இணக்கத் துடிப்புகளுக்குப் பின்னும் 6 சமனுக்கும் துடிப்புகள் அமைந்துள்ளன. அரை வரிக் குழப்பமிருப்பதாலும், இந்த உச்ச இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்பு களைக் கொண்டே வரி இணக்கப் பொருத்தம் அமைக்க வேண்டி யிருப்பதாலும், இத் துடிப்புகள் வரி அலைவெண்ணின் இரு மடங்கு அலைவெண்ணில் அமைந்துள்ளன. உச்சக் கட்டைகள் அதன் அலைநேரத்தின் அதிக பாகம் 100% பண்பேற்றத்தில் உள்ளன. உச்ச இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகளின் மொத்த நேரம் 9 *H*. அதன் பின்னர், வரி இணக்கத் துடிப்புகள் பரப்பப் படுகின்றன. வரிப் பின்ளுேக்க நேரம் வரி நேரத்தின் 16% ஆகும். உச்சப் பின்ளுேக்க நேரம் உச்ச நேரத்தில் 7 — 8%. முன்பு கூறியது போல் பின்ளுேக்க நேரம் முடிந்து முன்ளுேக்குப் பாதை துவங்கும் வரை தடுப்பு நேரம் அமையவேண்டும். அதற்காகவே 8% நேரம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

இப்பொழுது உச்ச இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகளிலிருந்து வரி இணக்கத்து டிப்புகளைப் பெறும் முறையையும், வரி இணக்கத் துடிப்புகள் உச்சத் திரும்பல் அலைப்பியை எவ்வாறு பாதிப்ப தில்லை என்றும் ஆராய்வோம். ஏற்பியில் முதலில் இத்

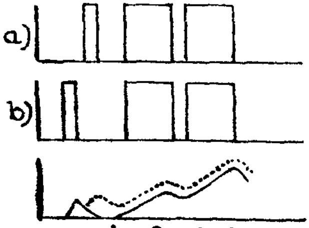
துடிப்புகளை மட்டும் வரம்பிருத்தி மூலம் பிரித்து விடுகிறோம். பிறகு இத் துடிப்புகளை ஒரு வகையிடு சுற்றுவழி, ஒரு தொகையிடு



(a) வகையிடும் சுற்றுவழி
(b) தொகையிடும் சுற்றுவழி

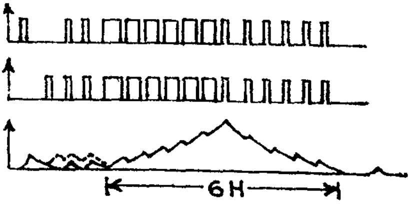
படம் 2—5

சுற்றுவழி ஆகிய இவ்விரண்டிற்கும் அளிக்கிறோம். படம் 5-ல் இச் சுற்றுகளின் வெளியீட்டு வரிவடிவங்களைக் காணலாம். படம் 6,7-ல் உச்ச இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகளுக்கு இச் சுற்றுவழிகளின் வெளியீட்டு வரிவடிவங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றினின்று வரி இணைக்கத் துடிப்பாயினும் உச்ச இணைக்கத் துடிப்பாயினும் வரித் திரும்பல் அலைப்பியை இணைக்கப்படுத்த வேண்டிய அடுக்குக் குறித் துடிப்பை நாம் வகையிடு சுற்றுவழியின் மூலம் அடைய முடிகிறது. என்பதைக் காணலாம். தொகையிடு சுற்றுவழியில் வரி இணைக்கச்



படம் 2—6 (*a*)

தொகை யீட்டு வெளியீடு சமனுக்கும் துடிப்புகள் இல்லை(a) அரை வரிப் பின்னோட்டம் (*b*) முழுவரிப் பின்னோட்டம்

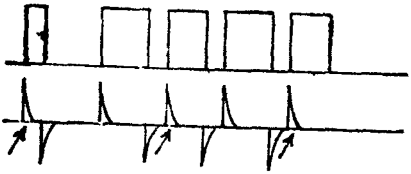


படம் 2—6 (*b*)

தொடர்ச்சி சமனுக்கும் துடிப்புகள் இருக்கும் பொழுது-சமனுக்கும் துடிப்பு வளரும் அலை ஒரே வீச்சுள்ளதாகச் செய்கிறது

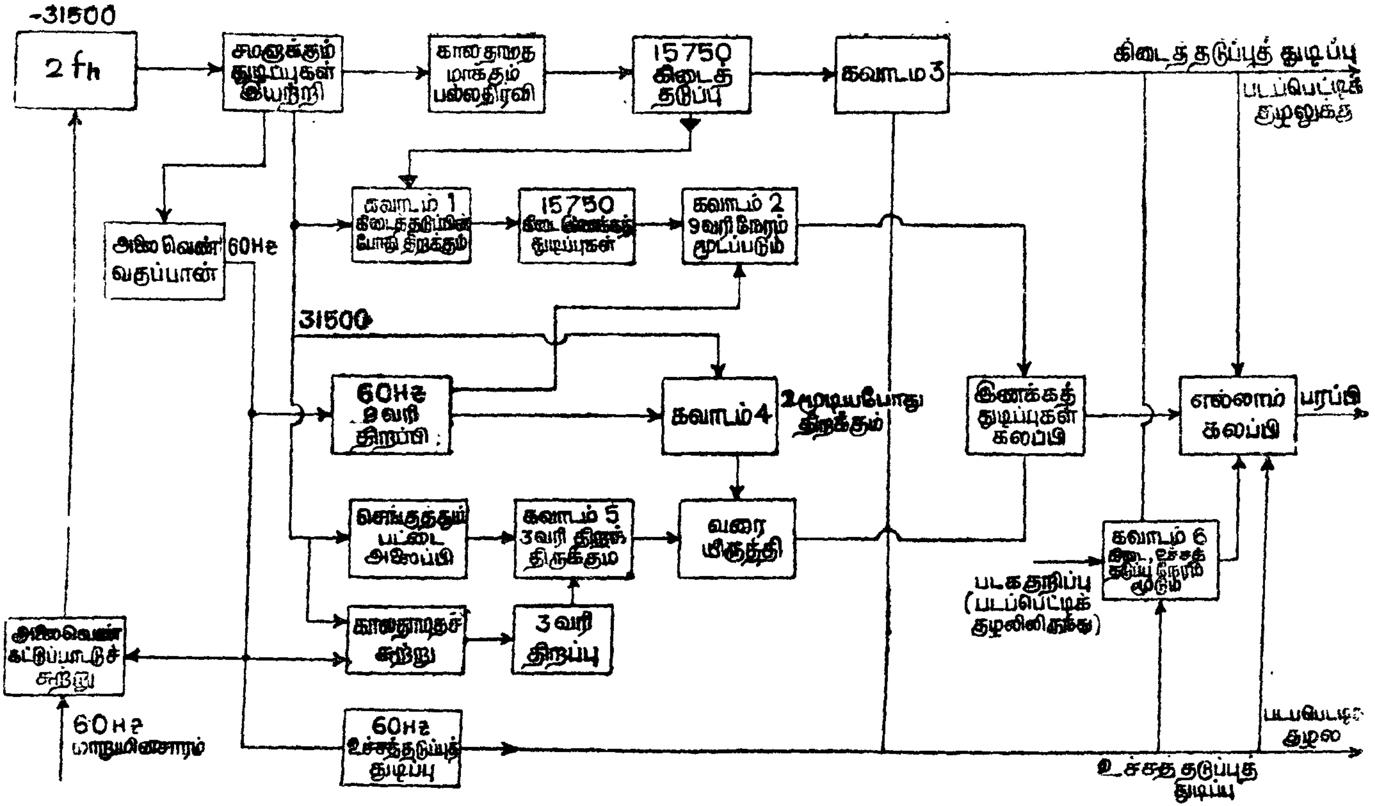
துடிப்பால் ஏற்படும் வளரும் வடிவம் மற்ற நேரங்களில் அழிந்து விடுகிறது. ஆனால் செங்குத்துப் பட்டைகள் வரும் பொழுது வரிவடிவம் வளர்ந்து கொண்டே போகிறது. சமனுக்கும் துடிப்பு இல்லாதபொழுது, ஒரு சட்டம் $\frac{1}{2}$ வரியில் முடிவதால், வரி இணைக்கத் துடிப்பிற்கும், செங்குத்துப் பட்டை

களுக்கும் இடையே அரை வரி நேரமே கிடைக்கிறது. ஆகவே வளர்ந்த வடிவம் முழுவதும் அழிய முடிவதில்லை. இதனால் செங்குத்துப் பட்டைகள் வரும்பொழுது உண்டாகும் வரிவடிவத்தின் வீச்சு முழுவரி முடிவில் வரும் செங்குத்துப் பட்டைகளால் வரும் வீச்சிற்கு மாறுபடுகிறது. இவ்வீச்சு ஓர் அளவு அடைந்ததும் ஏற்பியின் உச்சத் திரும்பல் அலைப்பியின் பின்னோட்டத்தைத் தூண்டிவிடுகிறது. ஆகவே, வீச்ச மாறுதலால் அரை வரியின் பொழுது பின்னோட்டம் துவங்கும் நேரம், முழு வரியின் பொழுது உண்டாகும் பின்னோட்டம் துவங்கும் நேரத்திற்குச் சிறிது முன்னதாக அமைகிறது. ஆகையால் இடைப் பின்னல் சரியாக அமையாது. சமனுக்கும் துடிப்புகள் இருப்பதால், தொகையிடு சுற்றுவழியின் வெளியீட்டில் சமனுக்கும் துடிப்புகள் வீச்சு முழுவதும் அழிய உதவுகின்றன. இதனால் உச்சத் திரும்பல் அலைப்பியின் பின்னோட்டம் அலை நேரத்தில் ஒரே சமயத்தின் துவங்குகின்றது. இங்கு அரை வரியில் வரும் அடுக்குக் குறித்துடிப்புகள் ஏன் வரிப் பின்னோட்டத்தைத் தூண்டாது என்ற மற்றொரு வினா எழலாம். இதற்குக் காரணங்கள், முதலாவது, அடுக்குக் குறித் துடிப்பின் வீச்சு குறைவாக இருப்பதால் நடுவரியில் இத் துடிப்பு இணக்கப் பொருத்தத் தூண்டுதல் இட முடிவதில்லை இரண்டாவது அடுக்குக் குறித் துடிப்பு வரித் திரும்பல் அலைப்பியின் முடிவு நேரத்தின்பொழுதுதான் தூண்டுதலிசைக்கும்படி சுற்றுவழி அமைக்கமுடியும். ஆகவே அரை வரியில் வரும் அடுக்குக் குறித் துடிப்பு வரி அலைப்பியைப் பாதிக்காதவாறு பார்த்துக்கொள்ள முடியும், என்பனவாம்.



படம் 2—7
உச்ச இசைவுத் துடிப்புகளிலிருந்து வரி இணக்கத் துடிப்புகள் அடையும் வகையிடும் முறையும் வரிவடிவமும்.

ஆகவே அலைப் பரப்பியின் முக்கியமான உறுப்பு இணக்கப் பொருத்த அலைப்பியாகும். இதனைச் சிறிது விவரமாகவே கவனிப்போம். சமனுக்கும் துடிப்புகள், செங்குத்துப் பட்டைகள் ஆகிய இவ்விரண்டுமே வரி அலை அலைவெண்ணின் இருமடங்கில் அமைகின்றன. ஆகவே, வரி அலை அலைவெண்ணின் இருமடங்கு அலைவெண்ணுள்ள அலைப்பியுடன் நாம் துவங்கலாம். இப்பொழுது அமெரிக்க முறையை எடுத்துக் கொள்வோம். இவ்வலைப்பியின் அலைவெண் 31500 Hz. இவ்வலைப்பியைக் கொண்டு சமன் ஆக்கும் துடிப்புப் பல் அதிர்வியை இயக்குகிறோம். சமனுக்



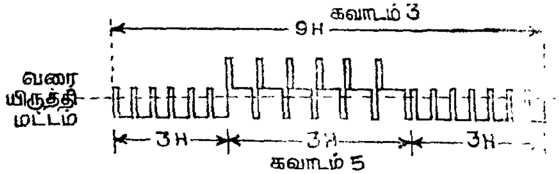
படம் 2—8.
இணக்கப் பொருத்த அலைப்பிகள் செவ்வகப்படம்.

கும் துடிப்புகளின் அலைநேரம் 0·5 Hz. துடிப்பின் நேரம் 0·04 H. வரி இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்பின் முன் ஓரமும், சமனுக்கும் துடிப்பின் முன் ஓரமும் ஒரே நேரத்தில் அமையும். ஆகவே தடுப்புத் துடிப்பு 0·02 H நேரம் முன்னதாகவே வர வேண்டும். ஆகவே, காலதாமதமாக்கும் பல்லதிர்வி மூலம் கிடைத் தடுப்புத் துடிப்பை உண்டாக்க வேண்டும். கால தாமதப் பல்லதிர்வி ஓர் ஒரு நிலைப்பாட்டுப் பல்லதிர்வி ஆகும். அதன் துடிப்பின் நேரம் 0·98 H. ஆனல் அதன் பின் ஓரம் கிடைத் தடுப்புத் துடிப்பை இயக்க வைக்கலாம். இவ்வாறு கிடைத் தடுப்புத் துடிப்பு இயற்றப்படுகிறது. இதுவும் ஒரு நிலைபாட்டுப் பல்லதிர்வியே ஆகும். இதன் துடிப்பின் நேரம் 0·16 H. (இதில் H வரி அதிர்வெண் நேரம்.)

கிடைத் தடுப்புத் துடிப்பு நேரத்தில் கவாடம் 1 சமனுக்கும் துடிப்பை அனுமதித்து கிடை இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்பு அலைப்பியை இயக்குகிறது. இதுவும் ஒரு நிலை பாட்டுப் பல் அதிர்வி ஆகும். இதன் துடிப்பின் நேரம் 0·08 H. சமனுக்கும் துடிப்புகள் அலைவெண் வகுப்பான் மூலம் பல நிலையற்ற பல் லதர்விகளை இயக்கி, கடைசியில் 60 Hz அலையை அடை கிறேம். அமெரிக்க முறையில் 525 வரிகள் உள்ளன. இவ் வெண்ணை $5 \times 5 \times 3 \times 7$ என்று பகுப்பாக்கலாம்.

$31500 \div 5 = 6300 \div 5 = 1260 \div 3 = 420 \div 7 = 60.$ 60 Hz உச்சத் திரும்பல் அலையின் அலைவெண். இந்த அலையை அமெரிக்காவிலுள்ள மாறு மின்சார அலை அலைவெண்ணை 60 Hz க்கு பொருத்தம் பார்த்து, அலைவெண் கட்டுப்பாட்டு பாகு படுத்தும் சுற்று வழி மூலம், $2f_h$ ஆளுகை அலைப்பியின் அலை வெண்ணுக்கு இணக்கப்படுத்துகிறேம். 60 Hz பல்லதிர்வியைக் கொண்டு 20 H துடிப்பும், 9 H துடிப்பும் உண்டாக்குகிறேம். மேலும் 3H கால தாமதத்தில் அது 3H அகலத் துடிப்பும் வெளியிடு கிறது. 20 H துடிப்பு உச்சத் தடுப்புத் துடிப்பாகும். சமனுக்கும் துடிப்புகள் செங்குத்துப்பட்டை அலைப்பியைத் தூண்டுகின்றன. இவ்வலைகளின் நேரம் 0·5 H. துடிப்பின் அகலம் 0·43 H. உச்சத் தடுப்புத் துடிப்பு வரும்பொழுது கிடைத் தடுப்புத் துடிப்பு வரக் கூடாது. இதைக் கவாடம் 3-ன் மூலம் எய்துகிறேம். உச்சத் தடுப்புத் துடிப்பு வரும்பொழுது கவாடம் 3 திறவாது. அதே போல் சமன்பாட்டுத் துடிப்புகள், உச்சப் பட்டைகள் வரும் பொழுது வரி இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகள் வரக் கூடாது. இதைக் கவாடம் 2 கவனித்துக் கொள்கிறது. கவாடம் 2 திறந் திருக்கும்பொழுது கவாடம் 4 மூடியிருக்கும். 2 மூடியிருக்கும்

பொழுது 4 திறந்திருக்கும். ஆகவே 18 சமனுக்கும் துடிப்புகள் வெளிவரும். இவற்றுடன் $3H$ காலதாமதத்தில் 6 செங்குத்துப்

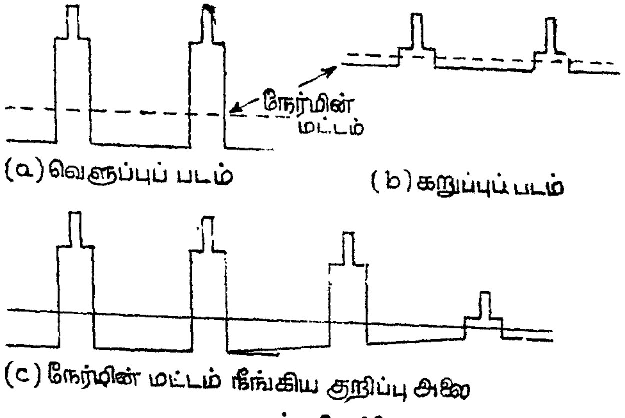


படம் 2—9.

கவாடங்கள் 4, 5; வரையிருத்தி-இவைகளின் செயல்

பட்டைகளும் சேரும். வரையிருத்தி வீச்சு வெட்டுதல் புரிவதால் 6 சமன்பாட்டுத் துடிப்புகள் ; பிறகு 6 செங்குத்துப் பட்டைகள்; பிறகு 6 சமன்பாட்டுத் துடிப்புகள் என்ற வரிசையில் வரும். அதற்கு மேல் 11 H நேரத்திற்குக் கிடை இணைக்கத் துடிப்புகள் வரும்.

படப்பெட்டிக் குழலின் கிடை, உச்ச இரம்பப் பல் அலைப்பிகள் முறையே கிடை, உச்சத் தடுப்புத் துடிப்புகளால் தூண்டப்பட்டு பின்னோட்டமடைகின்றன. அதே நேரம் தடுப்புத் துடிப்புகள் படப்பெட்டிக் குழல் கட்டுப்பாட்டுத் தகட்

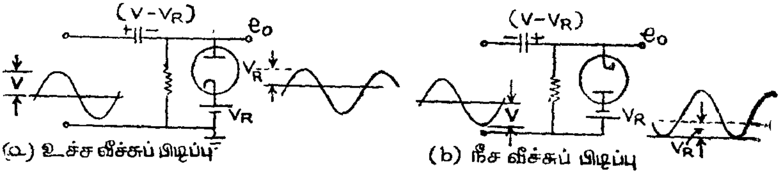


படம் 2—10.

தொகுத்த சைகை அலை.

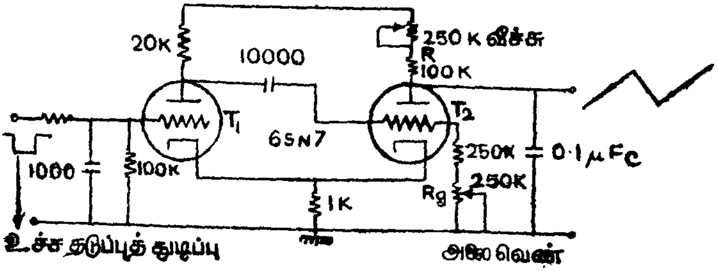
டுக்கும் அளிக்கப்படுகின்றன. ஆகவே பின்னோட்ட வேளையில் கண்ணோட்டக் கதிர் இராது; ஆகவே குறிப்பும் இராது. ஆனால் சுற்றுவழி இணை மின் கருவிகளால் குறிப்பி அலைவீச்சு

உருக்குலைந்து வரும். ஆகவே இவ்வுருக்குலைவை நீக்கி, சரியான கருப்பு மட்டத்தில் தடுப்பு மட்டம் அமைத்து, தடுப்புத் துடிப்புகளைப் பொருத்த வேண்டும். பிறகு அத் தடுப்புத் துடிப்புகளின்மேல் இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகளையும் பொருத்த வேண்டும். இதுவே தொகுத்த குறிப்பு அலை ஆகும். இத் தொகுத்த குறிப்பு அலை மிகைப்பு அடைந்து ஊர்தியைப் பண்பேற்றுகிறது.



படம் 2–11.
பிடிப்புச் சுற்றுவழி.

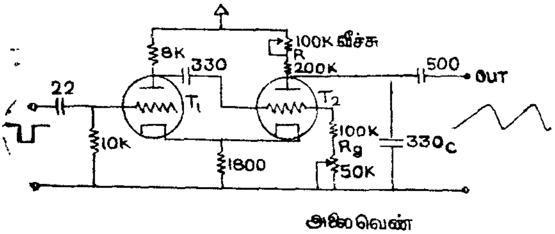
குறிப்பு மீன்பெருக்கிச் சுற்றுவழியில் கொண்மி இணைப்பு இருப்பதால் நேர்மின் மட்டம் விலக்கப்படுகிறது. இதனால் பூச்சிய மட்டத்திற்கு மேலும் கீழும் ஒரே பரப்புள்ள அலை வடிவம் வருகிறது. இதனால் தடுப்பு மட்டத்தின் வீச்சு பூச்சியத்திலிருந்து ஒளிக்கேற்றவாறு வெவ்வேறு வீச்சில் வருகிறது. பண்பேற்று முன் தடுப்பு மட்டம் கருப்பு மட்டமான 75% பண்பேற்ற எண்ணில் அமைய வேண்டும். அதற்கு நாம் நேர்மின் மட்டத்தினைத் திரும்பக் கொண்டுவர வேண்டும். நேர்மின் மட்டத்தைத் திரும்பப் பெறுமல் நாம் பண்பேற்றம் செய்ய



படம் 2—12 (a)
(a) அலைப்பி.

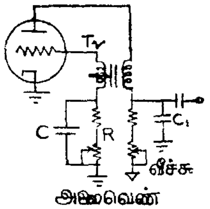
முடியாது. நேர்மின் மட்டம் திரும்பப் பெற, பிடிப்புச் சுற்றுவழியை உபயோகிக்கலாம். பிடிப்புச் சுற்றுவழி உள்ளீட்டின் வரி வடிவத்தின் உச்ச நிலையையோ, அல்லது நீச நிலையையோ ஒரு

நேர் மின் மட்டத்தில் பொருத்துவதாகும். சுற்று வழியில் ஒரு கொண்மியும் இருமுனையமும் இருக்கும். இருமுனையத்திற்குப் பதில் க. வலை உமிழ்வாளையே இருமுனையமாக உபயோகப் படுத்தலாம். இதன்மூலம் தடுப்பு மட்டத்தை ஆதாரமாகக் கொண்டு மற்ற வீச்சுகளை, இதனின்றும் விலகும் தூரம் கொண்டு கணக்கிடலாம். இவ்வாறு நேர்மின் மட்டம் திரும்பப் பெற்றபின் மறுபடியும் கொண்மி இணைப்பிருக்கக் கூடாது. நேர் இணைப்பு மூலமே பண்ணேற்ற மின்மிகைப்பியுடன் இணைக்க வேண்டும்.



படம் 2—12 (b)

(*b*) வரி அலைப்பி.



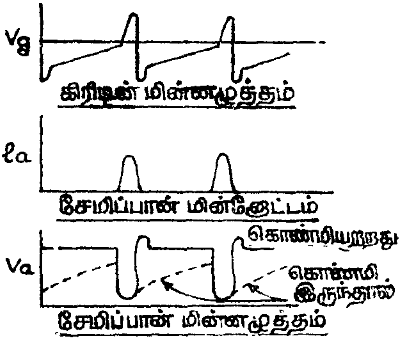
படம் 2—12 (c)

(*c*) தடுப்பு அலைப்பி.

சில இரம்பப் பல் அலைப்பிகளின் படங்கள் 12-ல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. படங்கள் (*a*), (*b*) இரண்டுமே நிலையற்ற சமச் சீரற்ற பல் அதிர்விகள். இங்கு T_1 குழல் கடத்தியாக இருக்கும் பொழுது, T_2 காப்பியாக இருக்கிறது. இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்பு T_1 ஐக் காப்பியாக்குகிறது. அப்பொழுது T_2 கடத்தி யாகிறது. T_1 T_2 இணைப்பு நேர்மாறிலியைக் கொண்டு T_1-ன் கடத்தி நேரத்தை மாற்றலாம். துடிப்பு நீங்கியபின் T_1 கடத்தியாகி, T_2' காப்பியாகிறது. T_2 காப்பியாகும்பொழுது C என்னும் கொண்மி R எனும் தடைமூலம் மின்னேற்றமடைகிறது. மின்னேற்ற மின்னோட்டம் R ஐப் பொருத்தது. ஆகவே T_2-ன் சுமைத் தடையை மாற்றினால் மின்னோட்டம் மாறுபட்டு, கொண்மியின் அதிக வீச்சு மாறுபடுகிறது. ஆகவே R வீச்சு மாற்றி ஆகும். R_g, T_2 காப்பி நிலையிலிருக்கும் நேரத்தைக் கட்டுப் படுத்துகிறது. ஆகவே அது அலைவெண் மாற்றி ஆகும். 60Hz-க்கும் 15,750Hz-க்கும் ஆன மின் கருவிகளின் மதிப்பு, படம் 12 (*a*), படம் 12 (*b*)-ல் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. இப் படங் களில் அளவையில்லா எண்கள் பிகோ பாரடைக் குறிக்கும்.

படம் 12 (*c*) தடுப்பு அலைப்பி எனப்படும். இங்கு மின்மாற்றி T_r. இரும்பு உள்ளகமுடையது. ஆகவே அதன் மூலத் தூண்டத்தின் மதிப்பு அதிகம்; ஆனால் கசிவுத் தூண்டம் குறைவு.

படர் கொண்மியின் மதிப்பும் குறைவாக இருக்குமாறு மூலத் துணைச் சுற்று வழிகளை அமைக்கலாம். மூல, துணைச் சுற்றுவழிகளின் குறி மின்னலைப்பியாகச் செயல்பட அமைந்துள்ளது. ஆனால் கம்பி வலையில் கசிவு, ஒரு சார்பு மின்னழுத்த CR-ன் நேர மாறிலியின் மதிப்பு அதிகமாக இருப்பதால் அரை அலையே இயற்றப்படுகிறது. அலை இயற்றப்படும்பொழுது காந்த இணை எண் அதிகமாக இருத்தலால் கம்பி வலையிலும் அதிக வீச்சு அலை தூண்டப்பட்டு கம்பி வலை மின்னோட்டத்தால் C மின்னேற்றமடைகிறது. இதனால் ஆன மின்னழுத்தம் வெட்டு மின்னழுத்தத்தை விட அதிகமாகிவிடுகிறது. ஆகவே அரை அலை முடிந்துபோன பின், குழல் காப்பியாவதால் மேற்கொண்டு அலையேற்படுவதில்லை. கொண்மி C, தடை R மூலம் மின்னிறக்கமடைந்து, குழல் கடத்தி நிலையடைந்ததும் மறுபடியும் ஒரு துடிப்பு உண்டாகிறது. வரிவடிவங்கள் படம் 13-ல் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

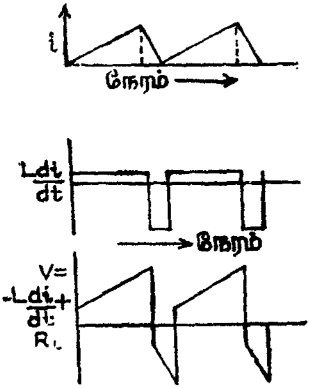


படம் 2—13.
தடுப்பு அலைப்பி.

தடுப்பு அலைப்பிகள் சுலபமாகத் திட்டமிடக் கூடியவை. அவை நம்பகமாகச் செயல்படுபவை. குறைந்த செயல் கூற்றெண்ணில் பயன்படும்பொழுது சிறுதிறன் குழலைக் கொண்டு அதிக வெளியீட்டுத் திறன் துடிப்புகளை வெளியிட முடியும். இவைகளின் வெளியீட்டுத் துடிப்புகள் செங்குத்தான பக்கங்களுடையனவாக அமையும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெளியீட்டுத் திறனுக்கு இவ்வமைப்பை அமைக்க மிகக் குறைந்த நேர்மின் திறன் தேவைப்படும்.

தடுப்பலைப்பியின் செய்கை மின் மாற்றியைப் பொருத்தது. மின்மாற்றியின் சுழல் மின்னோட்டக் காந்தத் தயக்க நஷ்டங்கள் மிகக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். கசிவுத் தூண்டம், பரவல் கொண்மம் ஆகியவை மிகக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். இதற்குக் காந்த உள்ளீடு குறைந்த மின்திறன் அடைவதாக அமைய வேண்டும். பர்மல்லாய், ஃபெர்ரைட் ஆகிய காந்த உள்ளீடுகளை உபயோகிக்கலாம். இதில் பர்மல்லாய் 0·1 மி.மீ. தடிப்புள்ளதாக அமையவேண்டும். சுருள்களின் சுற்றுகள் 3000 அல்லது அதற்கும் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

மேலே சொன்ன சுற்றுவழிகள் இரம்பப் பல் மின்னழுத்த வடிவங்களைக் கொடுப்பவை. நாம் சுருள் மூலம் எதிர்மின்னிக் கதிரைத்திருப் பும்பொழுது இரம்பப்பல் மின்னோட்ட வடிவம் அளிக்க வேண்டும். இங்குக் காந்தப் புலன் மின்னோட்டத்தைச் சார்ந்தது.

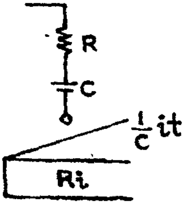


படம் 2—14.
இரம்பப்பல் மின்னோட்டமுண்டாகக் கொடுக்கும் மின்னழுத்தம்

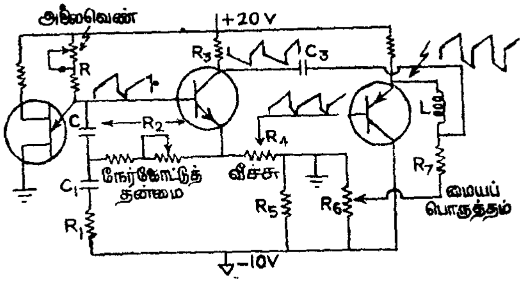
மின்னோட்ட இரம்பப் பல் வடிவம் அடைய சுருளுக்கு வேண்டிய மின் அழுத்த வடிவம் வேறு மாதிரியிருக்கும். படம் 14-ல் இம் மின்னழுத்தம் காட்டப்பட்டிருக்கிறது சுருளின் மின்னழுத்தம் $Ri + L\frac{di}{dt}$. இதில் R சுருளின் தடை, L சுருளின் மின்னிலைமம். ஆகவே கோடகம் சார்ந்த வரிவடிவம் மின்னழுத்தத்திற்கு இருக்க வேண்டும். ஒரு செவ்வக மின்னோட்டத்தை ஒரு தடைக் கொண்மித் தொடர் இணைப்பில் பாய்ச்சினால் இச் சுற்று வழியில் வரும் மின்னழுத்தம் $Ri + \frac{1}{C}\int i\,dt$.

$$\approx Ri + \frac{1}{C}it.$$

சுருளின் நேர மாறிலியும், இத் தொடர்ச் சுற்றுவழியின் நேர மாறிலியும் ஒன்றாக இருப்பின் நமக்கு வேண்டிய மின்னழுத்த வடிவம் வருகிறது. இம்முறை உச்ச இரம்பப் பல் அலைப்பியில் உபயோகப்படுகிறது.



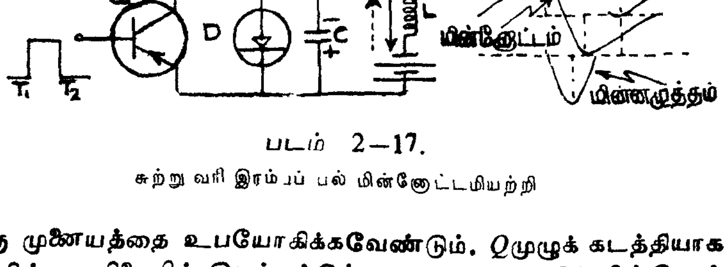
படம் 2—15.



படம் 2—16.
ஒரு சந்திப்புத் திரிதடையம் மூலம் இரம்பப் பல் மின்னோட்டமேற்படுத்தும் முறை

16-ம்படத்தில் இரம்பப் பல்மின்னழுத்தம் ஒரு சந்திப்புத் திரிதடையம் மூலம் உண்டாக்கப்படுகிறது R_1 C_1 மூலம் கோடக வரிவடிவம் கிடைக்கிறது. R_2 மூலம் காலணிக் கயிறு முறையில் அது நேர் கோடாக்கப்படுகிறது. R_4 வீச்சுக் கட்டுப்பாட்டு மாறு தடை ஆகும். R_6 சுருளின் நேர் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தி, எதிர் மின்னிக் கதிர் படத் திரை மையத்தில் அமைய உதவுகிறது. C_3 மூல இணைப்புச் சுருளில் தள்ளு இழு முறையில் மின்னோட்டமுண்டாக்க உதவுகிறது. இதனால் நேர்கோடாக்கம் உண்டாகிறது. இம்முறை உச்சத் திரும்பல் சுருளுக்குப் பயன்படுகிறது.

வரி திரும்பல் இயற்றியில் அலைவெண் அதிகமாக இருப்பதால் iR மின்னழுத்தத்தைப் புறக்கணித்து விடலாம். மேலும் பின்னோட்ட நேரம் குறைவாக இருப்பதால் வேறு முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது இங்கு, உச்ச மின்னோட்ட வீச்சு I_m ஆனால், சுருளின் காந்த ஆற்றல் $\frac{1}{2} L I_m^2$. (ஓர் அலைநேரத்திற்கு) ஆகவே, ஒரு விநாடிக்கு வரும் ஆற்றல் $\frac{1}{2} L I_m^2$ f_h. இது மிக அதிகம். இதனால் சுருள் மிகவும் சூடாகிறது. இதைக் குறைக்க மின்னோட்டம் $+I_m/2$ முதல் $-I_m/2$ வரை என்று மாற வைத்தால் உச்ச வீச்சு ஒரு புறத்திலிருந்து மறு புறம் I_m தான் ஆகும். ஆனால் காந்த ஆற்றல் $\frac{1}{2}L(I_m/2)^2$; அதாவது கால் பாகமாகிறது. ஆனால் இருபுறம் மின்னோட்டமுண்டாக்கச் சுற்றுவழியில் ஓர்



படம் 2—17.

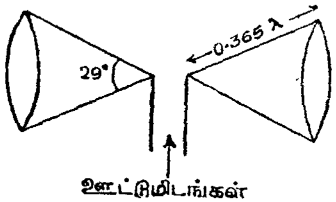
சுற்று வரி இரம்பப் பல் மின்னோட்டமியற்றி

இரு முனையத்தை உபயோகிக்கவேண்டும். Q முழுக் கடத்தியாக தெகிட்டிய நிலையில் இருக்கட்டும். ஆனால் சுருளில் மின்னோட்டம் நிதானமாகவே அதிகரிக்கும். அது சுருளின் பண்பு ஆகும். அடிவாயில் நேர்மின் துடிப்பு கொடுத்ததும் Q மின்காப்பியா

கிறது. சுருளின் காந்த ஆற்றல் C எனும் கொண்மியில் பாய்கிறது. அதனால் C-ல் மின்னேற்றமுண்டாகிறது. இது ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியாதலால் $L.C$ சுற்றுவழிக்குள் மின்னோட்டமும் மின்னழுத்தமும் 90° வேற்றுமையுடன் இருக்கும். ஆகவே படத்தில் காட்டப்பட்டதுபோல் மின்னேற்றமடைந்தபின் மறுபடியும் சுருளில் மின்னிறக்கமுண்டாக்கும். மின்னிறக்கத்தால் மின்னோட்டம் எதிர்மின் உச்ச வீச்சையடையும்பொழுது மின்னழுத்தம் பூச்சிய நிலையடையும். இப்பொழுது சுருளின் காந்த ஆற்றலால் மின்னிறக்கமுண்டாகும்பொழுது, D-ன் கடத்து திசையில் மின்னழுத்தம் ஏற்படுவதால் D சுருளில் குறுக்கீடு சுற்றுவழியாகி மின்னோட்டத்தை நிதானமாகக் குறையவைக்கும். T_2 நேரத்தில் Q கடத்தியாகி சுருளில் மின்னோட்டம் உண்டாக்கும். ஆகவே, இச் சுற்றுவழியில் சுருளிலுள்ள காந்த ஆற்றலையும் உபயோகித்து எதிர்மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குகிறோம். பின்னோட்ட நேரம் LC சுற்று வழியின் இசைவு நேரத்தில் பாதியாகும் ஆகவே சுருளில் உள்ள பரவல் கொண்மத்தையும் நமக்கு நன்மை பயக்க உபயோகிக்கிறோம். இம்முறையே வரி திரும்பல் மின்னோட்ட இயற்றிக்கு உபயோகப்படுகிறது.

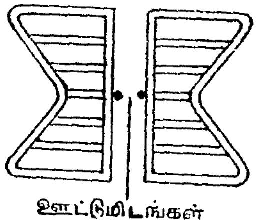
மின்பரப்பி வான் கம்பிகளைப் பற்றிச் சிறிது ஆராய்வோம். இவ்வான் கம்பிகள் அதிகமான கிடைப் பரப்பலுக்கு ஏற்றவாறு அமையவேண்டும். ஊர்தி அலை அலைவெண்கள் அதிகமாக இருப்பதால் மேலேயுள்ள குறையணுக் கோளத்திலிருந்து இவ் வானொலி அலைகள் பிரதிபலிக்க மாட்டா. ஆகையால் நிலைக்குத்துத் திசையில் வானொலி பரப்புதல் உபயோகமற்ற செயலாகும். மேலும் ஒவ்வொரு நிலையமும் அமெரிக்க முறையில் 6 MHz பட்டையகலம் உபயோகிக்கின்றன. (ஐரோப்பிய நாடுகள் 7 MHz, ரஷ்யா 8 MHz பட்டையகலங்களை உபயோகிக்கின்றன.) ஆகவே வான்கம்பிகள் அகலப்பட்டை அமைப்பாக இருத்தல் வேண்டும். அரை அலைநீள வான்கம்பி நடுவில் மின்காந்தத் திறன் ஊட்டப் பெறும்பொழுது அவ்வான் கம்பித் தொடர் ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழிபோல் தோன்றுகிறது. அகலப் பட்டை வேண்டுமாயின் Q குறையவேண்டும். Q குறைய, செயலுருத் தூண்டத்தைக் குறைக்கவேண்டும்; கொண்மியை அதிகரிக்க வேண்டும். வான்கம்பியின் வெளிப்பரப்பை அதிகரித்தால் கொண்மம் அதிகரிக்கிறது ; தூண்டம் குறைகிறது. இங்கு இரு கூருருளை வான்கம்பிகளையோ அல்லது சுழல் கதவு வான்கம்பிகளையோ உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். இவ்விரண்டிலும் சுழல் கதவு வான்ம்பிகயே அதிகமாக உபயோகப்

படுகிறது. இதன் பட்டையகலம் 25% வரை வருகிறது; ஒன்றின் மேல் ஒன்று அடுக்க வசதியாக இருக்கிறது. இதற்கு மின் ஆற்றல் ஊட்டும் முறை மிகவும் எளிது; இதைப் பொருத்துவதும் சுல



படம் 2—18 (*a*)

இரு கூருருளை வான்கம்பி.



படம் 2—18 (*b*)

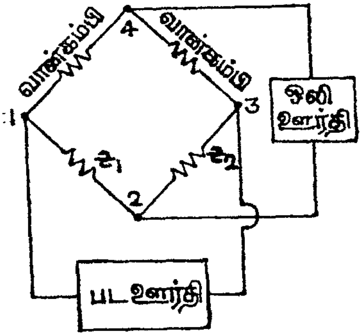
ஊட்டுமிடங்கள கம்பிக்கதவு வான்கம்பி

பம். நல்ல வலுவாகவும் தானே நிற்கும் திறன் பெற்றும், இடைவெளிகள் பெற்றும் உள்ளதால் காற்றின் அழுத்தச் சுமை குறைந்தும், நல்ல திண்மையுடனும் இது இருக்கும். நெருப்புப் பற்ற வைப்பு, உருக்குப் பற்றவைப்பு முறைகளில் இதை எளிதில் தாங்கும் கம்பத்தில் பொருத்திவிடலாம். ஒன்றுக்கொன்று 90° வேறுபாட்டில் அமையும். இரு சுழல் கதவு வான்கம்பிகளில் 90° வேற்றுமையிலுள்ள (ஆனால் ஒரே அலைவெண்ணுள்ள) ஊர்தி அலைகளை ஊட்டி முழுக் கிடைப் பரப்பிலும் மின்காந்த அலைகளைப் பரப்பலாம்.

பட்டையகல நிபந்தனையால் தொலைக் காட்சி ஊர்திகளாக 40 MHz-க்கு மேலானவைகளை உபயோகிக்கிறோம். இவைகள் வான் அலைகளாகவோ, தரை அலைகளாகவோ பரவாமல் நேர் அலைகளாகவே, ஒளி அலைகள் போல் பாயும். ஆகவே கண்ணுக்கெட்டிய தூரம் வரைதான் இவ்வலைகள் பரவும். இந்தத் தூரத்தை அதிகரிக்க, வான்கம்பிகளை ஓர் உயர்ந்த கம்பின் மீதோ அல்லது குன்றின் மீதோ பொருத்தவேண்டியிருக்கிறது அமெரிக்காவிலுள்ள எம்பையர் ஸ்டேட் கட்டடத்தின் உச்சியில் அநேகத் தொலைக்காட்சிப் பரப்பி வான்கம்பிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

இரு ஒரே வழிப் பரப்பி இணைப்பி என்பது படக்குறிப்பு ஊர்தி அலையையும், ஒலிக்குறிப்பு ஊர்தி அலையையும், ஒரே வான் கம்பி மூலம் பரப்பச் செய்கிறது. ஆனால் ஒன்றின் குறிப்பு மற்றதன்

சுற்று வழியில் வந்து தொல்லை செய்யாமல் தடுக்கிறது. முக்கிய வழி பாலச்சுற்று வழி ஆகும். பாலச்சுற்று வழி சமநிலையாக இருக்கும்பொழுது, 1, 3-ல் கொடுக்கப்பட்ட மின் ஆற்றல் 2, 4 முனைகளில் வாராது. அதே போல் 2, 4 முனைகளில் கொடுக்கப்பட்ட மின் ஆற்றல் 1, 3 முனைகளிடையே வாராது. ஆகவே 1, 3 முனைகளில் பட ஊர்தி ஆற்றலும், 2, 4 முனைகளில் ஒலி ஊர்தி ஆற்றலும் அளிக்கப்பட்டால் ஒன்றுக்கொன்று இடையூறின்றி வான்கம்பிகளுக்கு ஆற்றலூட்டும். z_1, z_2 ஆகிய மறுப்புகள் எதிர்வினைப்பாக அமைந்தால் அவற்றுள் மாறுமின்திறன் வீணாகாது.



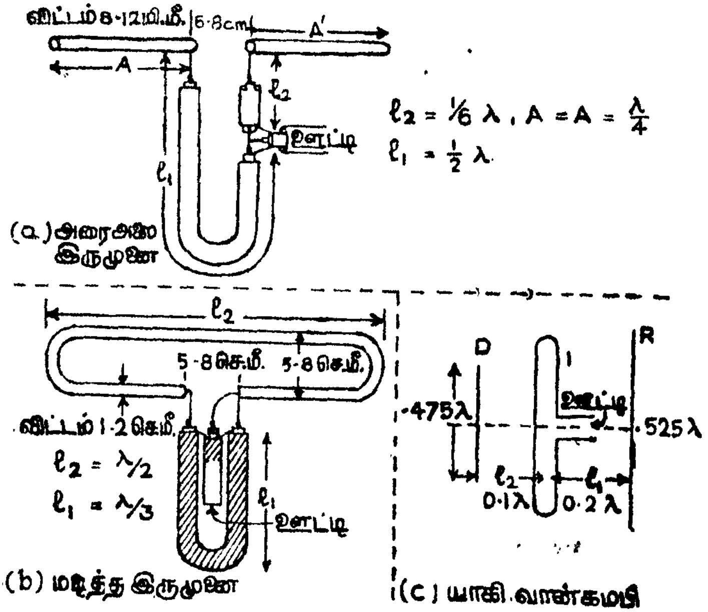
படம் 2—19
இரு சைகை இணைப்பி (பாலச்சுற்று)

இப்பொழுது ஏற்பி சுற்றுவழிகளை அடுத்த அத்தியாயத்தில் ஆராய்வோம்.

3. தொலைக்காட்சி ஏற்பி வானொலி அலைச் சுற்றுவழிகள்

தொலைக்காட்சி ஏற்பியிலுள்ள சுற்றுவழிகளை ஆராயும் முன்னர் சில பொதுச் செய்திகளை அறிந்து கொள்ளவேண்டும். வானொலி அலைகள் பரவும்பொழுது அவற்றின் மாறுமின்புலம் தூரத்திற்கு எதிர் விகிதமாக மாறும். இது பொதுவான விதி. ஒரு வானொலி நிகழ்ச்சியை நாம் கேட்க விரும்பினால் அந்நிகழ்ச்சி ஊர்தியின் மின்புலம் எவ்வளவு என்று தெரியவேண்டும். மேலும் அதனுடன் சேர்ந்து வரும் இரைச்சல் எவ்வளவு என்றும் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். வீச்சுப் பண்பேற்ற முறையில் மின்புலம் இரைச்சலும் பதின்மடங்காக இருந்தாலொழிய அந் நிகழ்ச்சியை நாம் நன்றாக அனுபவிக்க முடியாது. ஆகவே இரைச்சலைப் பற்றி ஆராய்வோம். வானொலிப் பெட்டியிலுள்ள மின்கருவிகளினால் சிறிது இரைச்சல் உண்டாகும். வெளியே இடி, மின்னல், ஊர்திகளின் மின்பொறிச் சுற்று வழிகள், தொலைபேசியின் எண் சுற்றுதல், மின் சுழலும் கருவிகள் ஆகியவைகளினால் உண்டாகும் வானொலி அலைகள் - இவற்றுள் இடி, மின்னல் போன்றவற்றால் வரும் இரைச்சல் மத்திய அலைவரிசைகளில் அதிகமாக இருக்கும். மிகச் சிறு அலைவரிசைகளில் இவைகளின் தொல்லை குறைவாகும். மின்கருவிகளால் வரும் தொல்லை அவைகளின் அண்மையைப் பொருத்தது. ஆனால் மிகச்சிறு அலை வரிசைகளில், மின்பெருக்கக் குழல்களின், இரைச்சலே மிக அதிகமாகிறது. மேலும் கவரும் பரப்பு என்று ஒரு வரையறை உள்ளது. இது ஒரு வான்கம்பி மூலம் அடையக் கூடிய மின் காந்த அலைகளின் திறனைக் கணக்கிடுவது. ஒரு வான்கம்பியின் கவரும் பரப்பு $\frac{G}{4\pi}\lambda^2$. இதில் λ அலைநீளம்; G நெறிபடுத்துத் திறன். ஆகவே அலைநீளம் குறையக் குறைய, கவரும் பரப்பும் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. ஏற்பியின் அக இரைச்சலும்

அதிகமாகிக் கொண்டே போகிறது. ஆகவே நாம் அதிக நெறிப் படுத்துத் திறனுள்ள வான்கம்பியையே உபயோகப் படுத்த வேண்டியிருக்கிறது

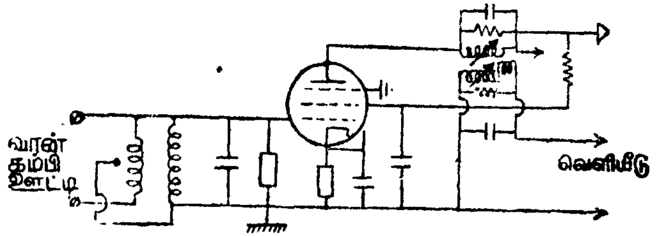


படம் 3—1.

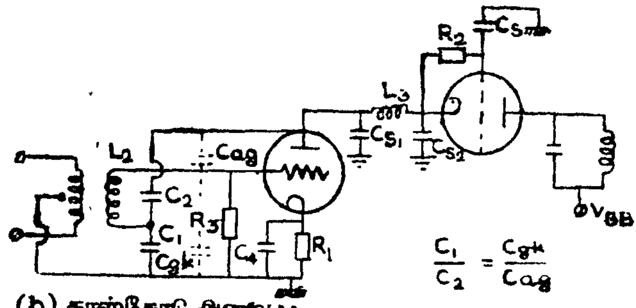
வான்கம்பிகள்

மிகச் சுலபமான வான்கம்பி அரை அலை இருமுனை ஆகும். இங்கு, பித்தளை, அலுமினியம், அல்லது எஃகுக் குழாய்களை உபயோகிக்கலாம் ; அகலப் பட்டை அவசியம் தேவை. ஆகவே குழாய்கள் 1 செ.மீ. விட்டமுள்ளவையாக இருக்கவேண்டும். குழாய்களின் நீளம் *A*, *A'* கால் அலைநீளமாக அமையவேண்டும். அவற்றின் இடைவெளி 5—8 செ.மீ. வரை இருக்கலாம். குழாய்கள் சமநிலை அமைப்பிலுள்ளன. கேபிள் சமநிலையற்ற அமைப்பு ஆகும். ஆகவே, அவைகளை இணைக்கும் வழி படம் 1(*a*)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மடித்த இருமுனையின் விவரங்கள் படம் 1 (*b*)-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இது சாதாரண இருமுனையை விட அதிகப் பட்டையகலம் கொண்டது. 25 கி.மீ. முதல் 50 கி.மீ. வரையாகி வான் கம்பியை உபயோகிக்கவேண்டும். இங்கு மடித்த இருமுனை ஊட்டிக்கு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் முன்னும் பின்னும் இரு கம்பிகள் அமைந்துள்ளன. அவற்றின் தூரமும் நீளமும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. இன்னும் அதிக ...

படுத்துத் திறன் வேண்டுமாயின் இடப்புறம் 0·1 λ இடைவெளியில் வரிசையாக 0·475 λ நீளமுள்ள கம்பிகளைப் பொருத்திக்கொண்டே போகலாம். நீளம் அதிகமான கம்பிக்கு எதிரொளிப்பான் என்றும், நீளம் குறைவான கம்பிகளுக்கு நேரொளிப்பான்கள் என்றும் பெயர். இவ் வான் கம்பி அமைப்பு நேரொளிப்பான் திசையில் அதிக ஏற்பும், எதிரொளிப்பான் திசையில் குறைந்த ஏற்பும் கொடுக்கும். நேரொளிப்பான்கள் அதிகரித்தால் நெறி படுத்துத் திறன் கோணமும் பட்டையகலமும் குறைந்து கொண்டே வரும். திறன் பெருக்கம் அரை அலை இருமுனைக்கு ஒப்பிட்டால் இரு கம்பி வகைக்கு 1·4 மடங்கும், 3 கம்பி வகைக்கு 1·8 மடங்கும், 5 கம்பி வகைக்கு 2·8 மடங்கும் ஆக அமைகின்றது. ஆனால் ஒவ்வோர் அலை ஊர்திக்குமேற்றவாறு தனித்தனி வான்கம்பி அமைக்க வேண்டும். ஒரே அமைப்பில் இரண்டு ஊர்தி அலைகளுக்கு உகந்த வான் கம்பிகள் அமைக்கலாம். ஆனால் அவை ஒன்றுக்கொன்று தூண்டுதல் முறையால் மாறுபடுவதால் கம்பி நீளங்கள் கணக்கிடு முறை சிக்கலானதாக அமையும். நம் நாட்டில் ஒரே ஓர் அலை ஊர்தியில் தான் பரப்பப் போவதால் மேற் சொன்ன வான் கம்பி முறைகள் நமக்குப் போதுமானவை.



(a) பெண்டோடு (ஐம்முனையம்) அமைப்பு



(b) காஸ்கோடு அமைப்பு

படம் 3—2

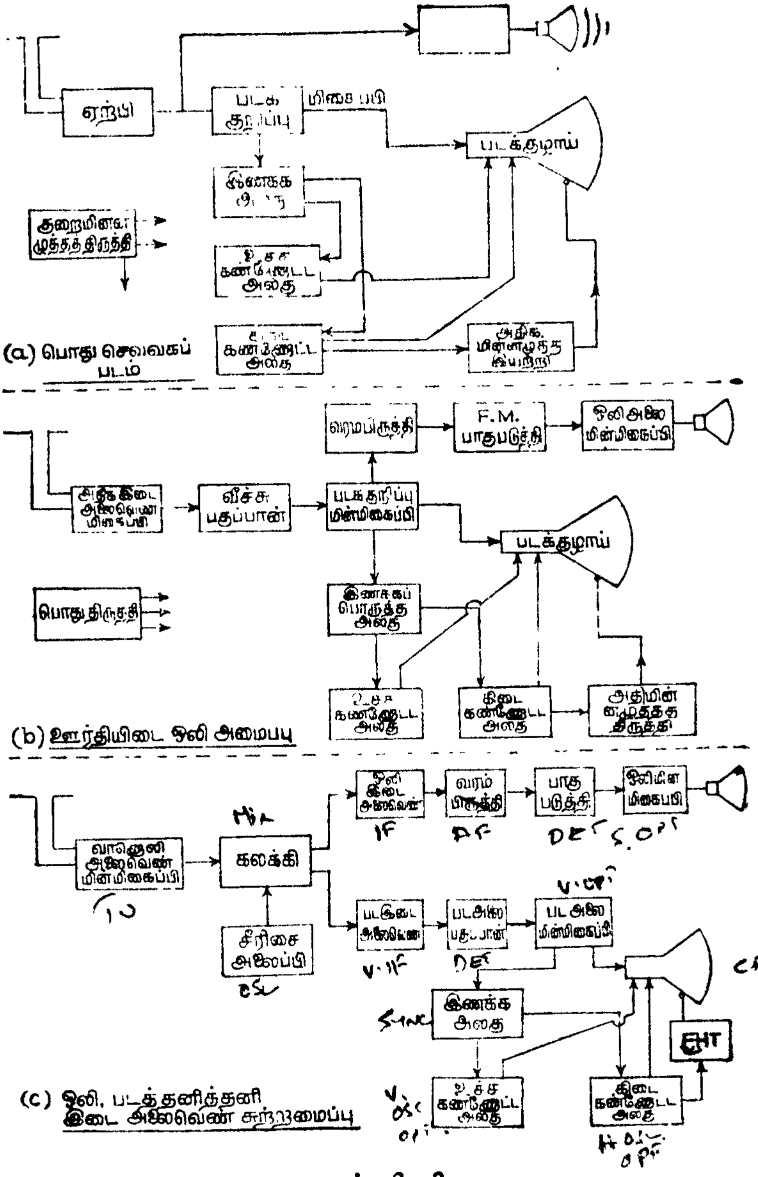
ஏற்பியின் உள்ளிரைச்சல் அதிகமாக இருக்கும் என்று கூறினோம். ஆகவே வான் கம்பியில் வரும் தூண்டு மாறு மின்னழுத்தத்திலிருந்து அதிக பட்சத் திறன் ஏற்பியின் உள்ளீட்டிற்கு வர வேண்டும். ஆகவே வான் கம்பியிலிருந்து ஊட்டி ஓரச்சு வடம் வழி வரும் மின் ஆற்றல் மின் மாற்றி மூலம் வானொலி அலை மின்மிகைப்பிக்கு வருகிறது. இம் மின் மிகைப்பியின் ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியின் பட்டையகலத்தை அதிகரிக்க, இணைத் தடைகள் இணைக்க வேண்டியிருக்கிறது. குறைந்த இரைச்சல் ஐம்முனையங்களையோ அல்லது காஸ் கோடமைப்பில் மும்முனையங்களையோ கொண்டு, சுற்றுவழிகள் அமைக்கலாம்.

ஐம்முனைய அமைப்பு அதிக மின்னழுத்த இலாபத்தை அளிக்கிறது ஆனால் காஸ்கோடு அமைப்பில் இரைச்சல் ஐம்முனையத்தின் இரைச்சலின் $\frac{1}{3}$ முதல் $\frac{1}{5}$ பாகத்திற்குள் அடங்கும்.

மேற்கொண்டு வரும் சுற்றுவழிகளை ஆராயுமுன் ஏற்பியின் வேறு உறுப்புகளைக் காட்டும் செவ்வகப் படங்களை ஆராய்வோம். படம் 1-ல் இச் செவ்வகப் படங்கள் காட்டப் பட்டுள்ளன. ஓர் ஒலி பரப்பு மின் ஏற்பியின் அமைப்பைப் போலவே இங்கும் ஒரு வானொலி அலைவெண் மின்மிகைப்பி, ஒரு கலக்கி, இடை அலைவெண் மின்மிகைப்பிகள், பகுப்பான் மின் மிகைப்பிகள் ஆகியவை அமைந்துள்ளன. ஆனால் இங்குச் சில மாறுதல்களை நாம் கவனிக்க வேண்டும். ஒலி பரப்பு மின் ஏற்பி யில் உள்ள வானொலி, இடை அலைவெண் மின்மிகைப்பிகளின் பட்டையகலம் 10 KHz. (இது வீச்சுப் பண்பேற்ற முறைக்குப் பொருந்தும்.) பண்பேற்றம் அலைவெண் பண்பேற்றமாயின் பட்டையகலம் 200 KHz ஆகும். ஒரு மின்மிகைப்பி அலகின் மின்னழுத்த இலாபம், பட்டையகலம் ஆகியவற்றின் பெருக்கல் தொகை ஒரு நிலையான மதிப்பாகும். உதாரணமாக, தடைக் கொண்மி இணைப்பில் மின்னழுத்த இலாபம் $g_m R_{eq}$. மேல் அரைத் திறன் அலைவெண் $f_2 = \frac{1}{2\pi R_{eq} C_o}$. ஆகவே,

$$\text{மின்னழுத்த இலாபம்} \times f_2 = \frac{g_m}{2\pi C_o}.$$

ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழி சுமையாக இருப்பின் மின்னழுத்த இலாபம் $A = g_m R_0$; பட்டையகலம் $\triangle f = \frac{f_0}{Q}$.



படம் 3—3.

ஏற்பி செவ்வகப் படங்கள்

$$A \Delta f = g_m \frac{R_D \cdot f_o}{Q} = g_m \frac{w_o LQ f_o}{Q.} = \frac{g_m}{2\pi C}$$

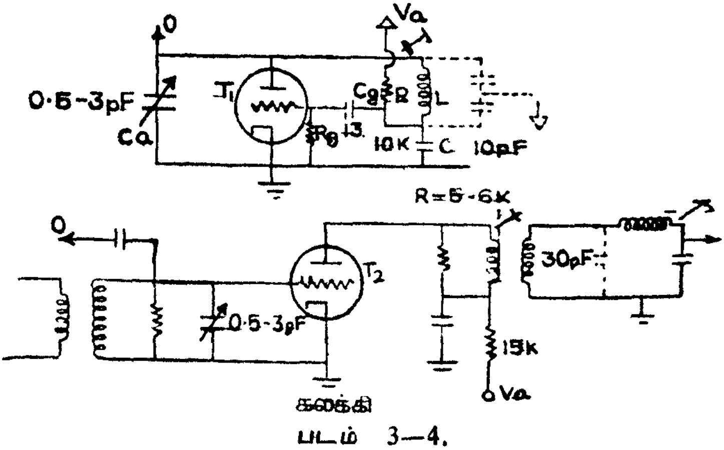
$$\left[R_D = \omega_o LQ = \frac{1}{\omega_o C} \times Q \right]$$

ஆகவே, $A \Delta f$, குழலின் பரிமாற்றுக் கடத்துத் திறன் சுற்று வழியின் இணைக் கொண்மி ஆகியவற்றின் மதிப்பைச் சார்ந்தது. ஆகவே, பட்டையகலம் அதிகமானால் மின்னழுத்த இலாபம் குறையும். வேண்டிய மொத்த மின்னழுத்த இலாபத்தைப் பெற அதிக மின்மிகைப்பி அலகுகளை உபயோகிக்க வேண்டும்.

இரண்டாவது மாறுதல் கலக்கியைப் பற்றியது. ஒலிபரப்புச் சிறு அலைவரிசைகளில் வான்கம்பியின் கவரும் பரப்பு அதிகமாக இருப்பதாலும், குழல்களின் உள்ளிரைச்சல் குறைவாக இருப்பதாலும், அதிக அலைவெண் மின்மிகைப்பியைத் தவிர்த்து, நேராகப் பல கம்பிவலைகள் கொண்ட குழலை உபயோகித்து, சீரிசை அலைப்பியையும், வானொலி அலையையும் கலக்கி, இடை அலைவெண் அலைகளைப் பெறுகிறோம். ஆனால் வானொலி அலை அதிக அலைவெண் அலை வரிசையில் இருப்பின், குழல்களின் உள்ளிரைச்சல் அதிகமாவதால், முதலில் அதிக அலை வெண் மின்மிகைப்பியை உபயோகித்து வானொலி அலையின் மின்னழுத்தத்தைப் பெருக்கி, பிறகு ஐம்முனைய அல்லது மும்முனையக் கலக்கியையே உபயோகிக்க வேண்டும். அப்பொழுதுதான் மொத்த இரைச்சல் குறைவாக இருக்கும். இடை அலைவெண் சுற்றுவழியில் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட அலகுகளைக் கொண்டு மின் மிகைப்பு செய்ய வேண்டியிருக்கிறது. ஏனென்றால் பட்டைய கலம் அதிகமாக இருக்கிறது. படக் காட்சிகளோடு இணைந்த பேச்சு, இசை ஒலிகளும் கூடவே வரவேண்டும். ஆகவே எங்காவது ஓர் இடத்தில் படக் குறிப்புகளையும் ஒலிக் குறிப்புகளையும் பிரிக்க வேண்டும். இதில் இரண்டு வகை உண்டு. கலப்பி வெளியீட்டிலேயே ஒலி இடை அலைவெண், பட இடை அலைவெண் என்று இரண்டாகப் பிரித்து,பின் அவைகளைத் தனித்தனிப் பாதைகளில் போகவிடலாம்;அல்லது கலந்த பட ஒலி இடை அலைவெண் மின்மிகைப்பிகள் மூலம் மின் பெருக்கம் செய்து படப் பகுப்பானில் படக் குறிப்பையும் ஒலி இடை அலைவெண் குறிப்பையும் பிரிக்கலாம். இந்த இரண்டாவது முறைக்கு ஊர்தி ஊடுருவும் ஒலி முறை என்பது பெயர். முதல் முறையில், அதாவது கலப்பியில் ஒலி, படக் குறிப்புகள் பிரிக்கப்படும் முறையில் பல குறைகள் உள்ளன. முக்கியமாக, உள் சீரிசை அலைப்பி 80— 100 MHz

அலைவெண்ணிலிருக்கும். அதில் மின்நிரப்பி மாறுபாட்டினால் அலைவெண் மாறுதலுண்டானால், இது ஒலி இடை அலைவெண்ணில் அதிகமாகப் பாதிக்கும். உதாரணமாக 90 MHz அலைவெண்ணில் 0·50% மாறுதல் 450 KHz ஆகும். படக் குறிப்பின் பட்டையகலம் 4 — 6 MHz இருக்கும். ஆகவே இம் மாறுதல் படக் குறிப்புச் சுற்றுவழியில் அதிக மாறுதல் ஏற்படுத்தாது. ஆனால் ஒலிக் குறிப்புச் சுற்றுவழியின் பட்டையகலம் 200 KHz. ஆகவே, இங்கு ஒலி இடை அலைவெண் ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழிக்கும் வெளியே போய்விடும் ஆகவே ஒலி வாராது. ஊர்தியூடுருவும் முறையில் கலந்த இடையலைவெண் சுற்றுவழியின் பட்டையகலம் அமெரிக்க முறையில் 6 MHz (ஐரோப்பாவில் 7 KHz ரஷ்யாவில் 8 MHz) ஆகும். கலக்கி சீரிசை அலைப்பியின் அலைவெண் மாற்றம், எல்லா அலைகளையும் ஒரே மாதிரி மாற்றி விடுகிறது. ஆகவே, படக் குறிப்புப் பகுப்பானில் விம்மல் சரியான அலைவெண் வித்தியாசத்தில் வரும். ஆகவே இவ்வமைப்பு நிலையான ஒலிக் குறிப்பை வெளிப்படுத்துகிறது. மேலும் அதிக அலைவெண் இடைச் சுற்றுவழிகளை விலக்கிவிடுகிறோம். ஒலி இடை அலைவெண் மதிப்பு குறைவாக இருப்பதால் அதிக மின்னழுத்த இலாபம் பெற முடிகிறது. இணை இசைவுச் சுற்றின் மின்னழுத்த இலாபம் $g_m R_D$. இதில் $R_D = \frac{Q}{\omega_0 C}$. ω_0 குறைவதால் R_D அதிகரிக்கிறது. ஆகவே ஒரே மின்னலகில் வேண்டிய மின்னழுத்த இலாபம் பெறமுடிகிறது.

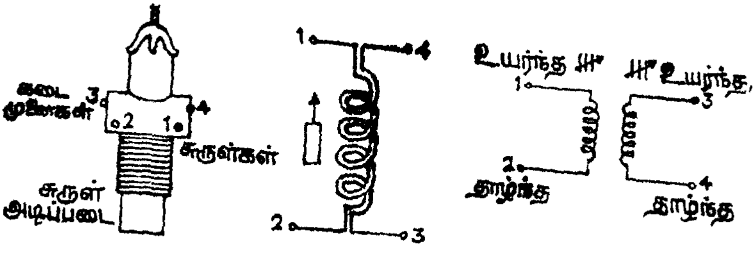
தொலைக்காட்சியில் வானொலிப் பெட்டியைப்போல் நிலையங்களைத் தொடர்ந்து சுருதி கூட்டும் முறையைக் கடைப்பிடிப்



படம் 3—4.

பதில்லை. வானொலிப் பெட்டியில் ஒவ்வொரு நிலையத்தின் பட்டையகலமும் 10 KHz. மாறியல் கொண்மி மூலம் 1 : 3 அலைவெண் வேற்றுமை அடையமுடியும். அதாவது 7 MHz—21 MHz ; 550 KHz—1650 KHz என்று மாற்றலாம். ஆனால் தொலைக்காட்சியின் பட்டையகலம் 6 — 8 MHz ஆவதால் ஒரு நிலையத்திலிருந்து மறு நிலையத்திற்கு சுவிட்சு மூலம் மாற்றுகிறோம். ஒரு நுண் சுருதி கூட்டி மூலம் சீரிசை அலைப்பியின் அலைவெண்ணைச் சிறிதே மாற்றி, சரியான சுருதி கூட்டுவோம். ஆகவே, ஒவ்வொரு நிலையமும் முன்னரே சரிகட்டப்பட்ட ஓர் அமைப்பு நிலையம் ஆகும். நிலையத்தை மாற்றப் பட்டை இணைப்பை மாற்றுகிறோம்.

படம் 1-ன் வெளியீடு T_2-ன் க. வலைக்கு வருகிறது. அத்துடன் சீரிசை அலைப்பியின் மின்னழுத்தமும் கலக்கப்படுகிறது. வெளியீடு இடை அலைவெண் அலைக்குச் சுருதி கூட்டப்படுகிறது. T_2, மும்முனையத்திற்குப் பதில் ஐம்முனையமாக இருக்கலாம். சீரிசை அலைப்பி ஒரு சிறிதளவு மாற்றமுள்ள கால்பிட் அலைப்பி வகையில் உள்ளது. இங்குச் சுருதி கூட்டக் கொண்மி, குழலின் மின்வாயிடைக் கொண்மிகள், உதிரிக் கொண்மிகள் ஆகியவைகளின் மதிப்பாலானது. தூண்டத்திற்கு ஃபெர்ரைட் உள்ளகத்தின் நிலைமாற்றி மாறுபடுத்தலாம். C_1 சிறிதளவு சுருதி கூட்ட உதவுகிறது. கலக்கியின் வெளியீட்டிலும் முக்கியமாக தூண்டத்தின் வேறுபாட்டாலேயே சுருதி கூட்டுகிறோம. அலைப் பட்டை அதிகமாக இருப்பதால் ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழிகளுக்கு இணையாகத் தடை அமைத்து Q ஐக் குறைக்கிறோம். சுருள்களிடை காந்த இணை எண்ணும் அதிகமாக இருக்கவேண்டும். அதற்குப் படம் 5-ல் காட்டியபடி இரு சுருள்களையும்



படம் 3—5.
தொலைக்காட்சி இடை அலைவெண் மின்மாற்றி அமைப்பு

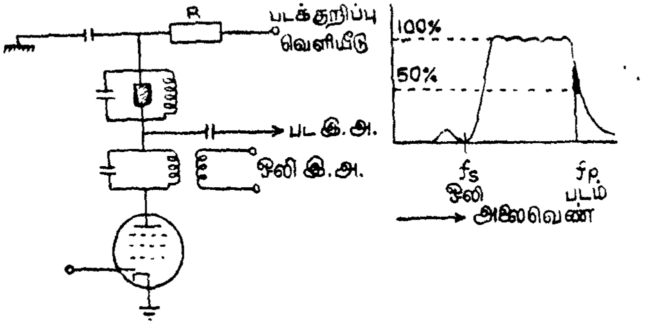
சுற்றுகிறோம். துணைச் சுருளில் தரை அருகில் உள்ள முனையை (தாழ்ந்த முனை) மாற்றி இணைபபதால் வெளிமறுப்பு இரைச்சல்

குறிப்புகளால் இம்மின்மாற்றியின் வெளியீட்டில் தொடர்பற்ற குறிப்புகள் வருவதில்லை.

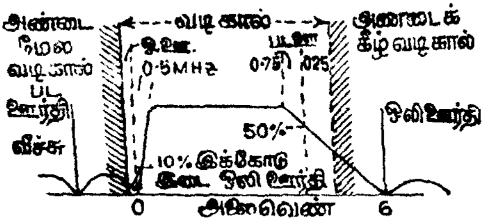
தொலைக்காட்சியில் உபயோகிக்கப்படும் இடை அலைவெண்களைப் பற்றி ஆராய்வோம். உள் சீரிசையலைப்பியின் அலைவெண் வானொலி அலைவெண்ணைவிட அதிகமாக இருக்கும். பரப்பியில் ஒலி ஊர்தியின் அலைவெண் பட ஊர்தி அலைவெண்ணை விட அதிகமாகும். உள்ளலைப்பியின் அலைவெண் அதிகமாயிருப்பதால் இடை அலைவெண் பட்டையில் ஒலி ஊர்தியின் அலைவெண் பட ஊர்தியின் அலைவெண்ணை விடக் குறைவாக இருக்கும். படக் குறிப்புப் பட்டையகலம் அதிகமாக இருப்பதால், இடைப் பட அலைவெண் அதிகமாக இருப்பின் பட்டை அகல ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழிகளை அமைப்பது சுலபம். ஒலி இடைக்குறிப்பின் பட்டையகலம் குறைவாகவே இருப்பதால், அதன் அலைவெண் குறைவாகவே இருந்தால் பரவாயில்லை. இதற்கு மேல் பிம்ப அலைவெண் தவிர்ப்பு, மின்னழுத்த இலாபம் பட்டையகலம் ஆகியவற்றையும் இடை அலைவெண் தேர்வில் கருத வேண்டும். அமெரிக்க முறையில் முதலில் ஒலிக்கு 8 MHz படக் குறிப்புக்கு 12 MHz என்று கொண்டார்கள். ஆனால் பட்டையகலத்தைச் சரியாக அடைய முடியாமல் அலைவெண்ணை உயர்த்தினார்கள். 21 — 22 MHz-ல் ஒலி அலைவெண்ணையும் 25 — 27 MHz-ல் பட அலைவெண்ணையும் கொண்டார்கள். ஆனால் காவல் நிலையத்தினர் 20 — 30 MHz பட்டையை உபயோகப்படுத்தத் துவங்கினர். மேலும் மருத்துவ மனையில் உள்ள மின்னணுக் கருவிகளும் இந்த அலைப்பட்டையில் அதிகக் கதிர்வீச்சு ஏற்படுத்தின. ஆகவே, இடை அலைவெண்ணை மாற்ற வேண்டி வந்தது. இப்பொழுது ஒலிக்கு 41·25 MHz என்றும், படக்குறிப்பிற்கு 45·75 MHz என்றும் நிர்ணயித்துள்ளனர். ரஷ்யாவில் ஒலிக்கு 27·75 HMz-ம், படக் குறிப்பிற்கு 34·25 MHz-ம் உபயோகிக்கிறார்கள். இப்பொழுது 31·5 MHz, 38 MHz அலைவெண்களை உபயோகிக்கிறார்கள். இந்தியாவில் இவை முறையே 33·44 MHz, 38·9 MHz ஆகும்.

ஒரு முக்கியமான நிபந்தனை என்னவென்றால், இடை அலைவெண், பட, ஒலி ஊர்திகளின் அலைவெண் வித்தியாசத்தின் முழு எண் மடங்காக அமையக் கூடாது. இரண்டாவது நிபந்தனை என்னவென்றால் இடை அலைவெண்ணின் முழு எண் மடங்கு எந்த நிலைய ஊர்தி அலைவெண்ணுக்கும் நெருங்கிய அலைவெண்ணாக அமையக்கூடாது. இந்த இரண்டு நிபந்தனைகளையும் கவனத்தில் வைத்துக் கொண்டு இடை அலைவெண்ணைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

படம் 6-ல் ஓர் எளிய இடை அதிர்வெண் மின் மிகைப்பியின் சுற்றுவழி காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்குப் பட இடை அலைவெண்

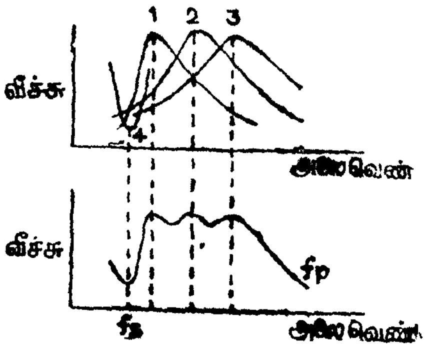


படம் 3—6.



படம் 3—7.

இடை அலைவெண் பட்டை அமைப்பில் அண்டை ஒலி, பட ஊர்திகள் தவிர்ப்பு. 0 குறியிட்டது விரும்பும் வடிகால் ஒலி ஊர்தி. பிரித்த இடை அலை வெண் அமைப்பில் அது 9%; இடை ஊர்தி ஒலியமைப்பில் 10% ஆகும்.

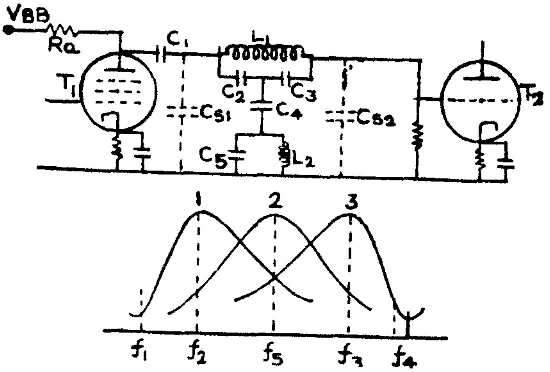


படம் 3—8.

நான்கு இசைவுச் சுற்றுகள் மூலம் அதிர்வெண் வேறுபாட்டை அமைத்தல்

குறிப்பு, ஒலி இடை அலைவெண் குறிப்பு எடுக்கப்படும் இடங்களும் காட்டப்பட்டுள்ளன. இப்படத்திலும் படம் 7-லும் அறிவியல் முறையில் வேண்டிய பட்டையகல அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. படம் 8-ல் இவ்வமைப்பை அடையக் கூடிய முறை விளக்கப்பட்டுள்ளது. மூன்று இணை ஒத்து இசைவுச் சுற்றுவழிகளும் ஒரு தொடர் ஒத்து இசைவுச் சுற்று வழியும் கொண்டு நாம் இம் மொத்த அலைவெண் வீச்சு அமைப்பைப் பெறலாம்.

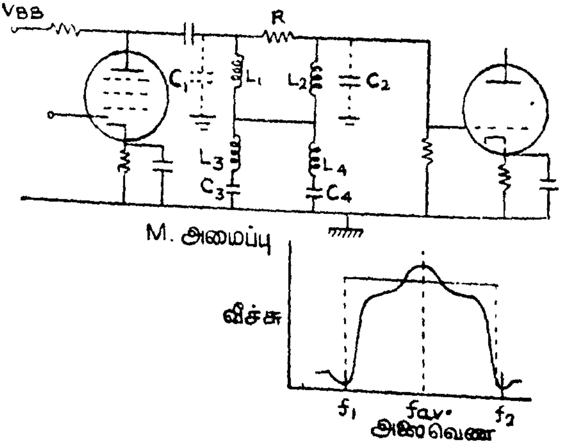
படம் 9-ல் காட்டப்பட்ட இணைப்பு மின்பின்னல் T அமைப்பு போன்றது. இதனை C_4, C_5, L_2 ஆகிய ஓர் இணைப்பும், C_{s1}, L_1, C_2, C_3, C_{s2} ஆகிய இணைப்பும் கலந்ததாகக் கொள்ளலாம். C_4, C_5, L_2 என்கிற பின்னல், $f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C_5}}$-ல் இணை ஒத்திசைவும், $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2(C_2+C_5)}}$ என்கிற அலைவெண்ணில் தொடர் ஒத்திசைவும் அடைகிறது. தொடர் ஒத்திசைவில் மறுப்பு மிகவும் குறைவதால் மின்னழுத்தம் T_2 க.வலைக்கு வாராது.



படம் 3—9

இணை ஒத்திசைவில் மறுப்பு அதிகமாவதால் மின்னழுத்தம் அதிகமாக T_2 க.வலைக்கு வரும். அதே போல் L_1, C_2, C_3 இணை ஒத்திசைவு ஏற்படின் அதன் மறுப்பு அதிகமாகி, T_1 வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் T_2-ன் உள்ளீட்டிற்கு வாராது. இந்த அலைவெண் f_4 ஆகும். அதே L_1, C_2, C_3, f_4-க்குக் கீழ் அலைவெண்ணில் தூண்டத்தன்மை கொண்டு, C_{s2} C_{s1} தொடர்ச்சுற்றில் தொடர்

ஒத்திசைவு ஏற்பட்டால் C_{r2}, முனைகளில் அதிக மின்னழுத்தம் உண்டாகும். அது f_3 ஆகும். ஆக, மொத்த வீச்சு அலைவெண் வேறுபாடு f_1, f_4-ல் குறைந்தும், f_2, f_3-ல் அதிகமாகவும் இடையே f_5-ல் ஒரு பள்ளத்தாக்கு போலவும் அமையும். இப் பள்ளத்தாக்கை நிரப்ப, T_2 அலகில், f_5-ல் இணை ஒத்திசைவுள்ள சுற்றுவழியைச் சுமையாகக் கொள்ளல் வேண்டும். அப்பொழுது $f_2 f_5 f_3$ ஒரே பட்டையாகச் சிறிதளவு சலனங்களுடன் அமைய முடியும்.

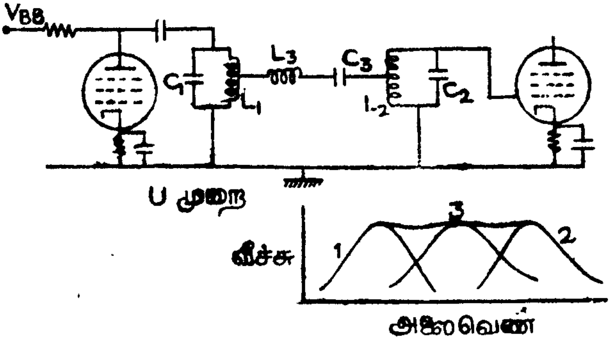


படம் 3—10.

மற்றோர் அமைப்பு, படம் 10-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது இங்கு R எனும் தடையின் மதிப்பு மிக அதிகமாக இருப்பதால், அதன் மூலம் மின்னழுத்த மாற்றம் இல்லை என்று கொள்ளலாம். மின்னழுத்த மாற்றம் L_3, C_3, L_1, C_1 இணைப்பின் மூலமே ஏற்படும். L_3, C_3-ன் ஒத்திசைவு அலைவெண் f_1 ஆகவும், L_4, C_4-ன் இசைவு அலைவெண் f_2 ஆகவும் ஆனால், அவ்விரண்டு அலைவெண்களில் பொது உறுப்பு பூச்சியமாவதால், மின் மாற்றமும் பூச்சியம் ஆகும். L_1, C_1-ன் இசைவு அலை வெண்ணிலும் L_2,C_2-ன் இசைவு அலைவெண்ணிலும் L_3, C_3,L_4,C_4 ஆகியவற்றின் இணை இசைவு அலைவெண்ணிலும் மின் மாற்றம் அதிகமாகும். ஆகவே வீச்சு அலைவெண் மாறுதல் படத்தில் காட்டியபடி அமையும்.

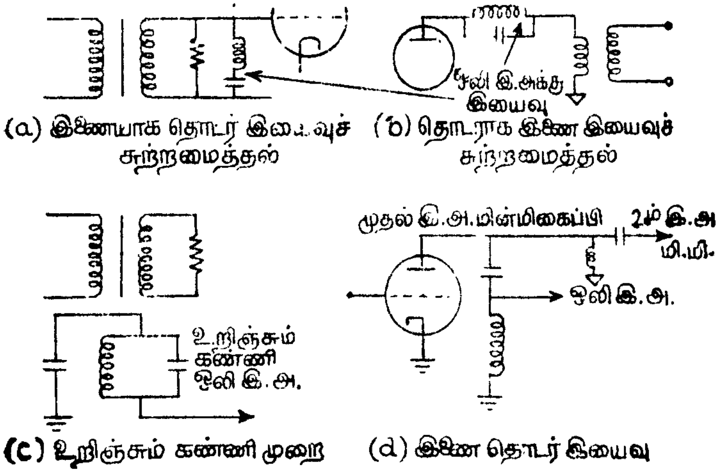
படம் 11-ல் வேறொரு முறை காட்டப்பட்டிருக்கிறது. L_1C_1-ன் இணை இயைவின்பொழுதும், L_2, C_2-ன் இணை இயைவின் பொழுதும், L_3 C_3 -ன் தொடர் இயைவின்பொழுதும், மின் மாற்றம் அதிகமாகிறது. அவற்றின் இயைவு அதிர்வெண்

களையும் L_2, L_1-ன் இணைப்புப் பாகங்களையும் கொண்டு சமமான வீச்சு அதிர்வெண் மாறுதலை அடையலாம்.



படம் 3—11

படம் 12-ல் ஒலி இடை அலைவெண் குறிப்புகளைத் தவிர்க்கும் முறைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. (1) இணையாகத் தொடர் ஒத்து இசைவுச் சுற்று வழியை அமைத்தால் ஒத்து இசைவு அலைவெண்ணில் குறுக்கீட்டுச் சுற்றாகி, மின்மாற்றத்தைத்



இதிலிருந்தே ஒலி இடை அதிர்வெண சைகை எடுக்கலாம்.

படம் 3-12

ஒலி தவிர்ப்பு முறைகள்

தவிர்க்கும். (2) அதேபோல் தொடர் இணை ஒத்திசைவுச் சுற்று வழி இசைவு அலைவெண்ணில் அதிக மறுப்பாகி, மின்

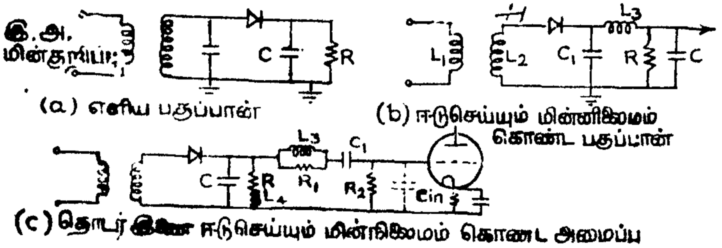
மாற்றத்தைக் குறைக்கும். (3) மூன்றாவது வெறும் காந்த இணைப்புக் கொண்ட ஒத்து இசைவுக் கண்ணி ஆகும். இசைவு அலைவெண்ணில் மற்றச் சுற்றுவழிகளில் அதிகச் சுமையிடுவதால் அவற்றுள் ஒன்றுக்கொன்று மின்மாற்றம் குறைகிறது. இவ்வாறு அமைக்கும் கண்ணிகளிலிருந்தே ஒலி இடை அலைவெண் மின் குறிப்புகளை எடுத்து மின் மிகைப்பூட்டலாம். ஒத்து இசைவுக் கண்ணிகள் அண்டை பட, ஒலி அலைவெண்களுக்கும் அமைக்கலாம். சிறிது குறைந்த காந்த இணைப்பில் வடிப்பான் பட அலைவெண்ணுக்கும் அமைக்கலாம். இவ்வாறு பல இடை அலைவெண் மின் மிகைப்பு அலகுகளில் பல மின் வலைகளைச் சமயோசிதமாக அமைத்து படம் 7-ல் காட்டப்பட்ட வீச்சு அலைவெண் மாறுதலடையச் செய்ய வேண்டும். குறைந்தது 3 இ. அ. மின் மிகைப்பு அலகுகள் வேண்டியிருக்கும்.

இவ்வத்தியாயத்தின் முக்கியக் குறிப்புகளை மறுபடியும் ஆராய்வோம் ஒரு நல்ல திட்டமிடப்பட்ட வானொலி அலைவெண் மின் மிகைப்பி வேண்டிய தேர் திறனும் வான கம்பியுடன் மறுப்புப் பொருத்தமும், மின் மிகைப்பும், நல்ல குறிப்பு இரைச்சல் விகிதமும் உள் அலைப்பிக்கும் வான் கம்பிக்கும் இடை நல்ல மறைப்பும், வேண்டிய பட்டையகலமும் தருவதாக அமைய வேண்டும் மும்முனையத்தில் சேமிப்பான் கட்டுப்பாட்டு வலைக் கொண்மியால் வரும் பின்னூட்டம் சமநிலைக் குறைவு ஏற்படுத்தும் இதைத் தவிர்க்க காஸ்கோடு முறை அலமைப்பு உதவுகிறது. தள்ளு இழு அமைப்பில் எளிதில் நடுநிலையாக்க முடிகிறது. உதிரிக் கொண்மிகளின் தொல்லையும் குறையும். ஐம்முனையங்களின் இரைச்சல் அதிகமாயினும் அதிக மின்னழுத்த இலாபம் தருவதால் அவற்றை உபயோகிக்கலாம்.

படக் குறிப்பு இடை அலைவெண் அலகுகள் 3 அல்லது 4 அமையும். இங்கு மொத்த மின்னழுத்த இலாபம் 000 முதல் 10000 வரை இருக்கலாம். அதன் வீச்சு அலைவெண் உடன் விளைவு படம் 7-ல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இதனை அடைய பல அலைவெண் ஒத்திசைவு கொண்ட மின் சுற்றுவழிகளை அமைக்க வேண்டும்; ஒத்து இசைவுக் கண்ணிகளும் இருக்க வேண்டும்.

4. படக் குறிப்பு மின்மிகைப்பு

கடைசி இடை அலைவெண் அலகின் வெளியீடு பகுப்பானை அடைகிறது. பகுப்பானில் ஓர் இரு முனையம் அல்லது இரு முனைக் குறைகடத்தி உபயோகப்படுகிறது. சுமையில் ஒரு கொண்மியும், தடையும் இணையாக அமைந்துள்ளன. கொண்மி இடை அலைவெண் அலையின் வீச்சுக்கு மின்னேற்றமடைந்து தடையில் மின்னிறக்கம் செய்கிறது. CR-ன் மதிப்பு அதிகமாக இருப்பின் சுமையின் மின்னழுத்தம் இடை அலைவெண் அலையின் வீச்சு ஓரங்களை அப்படியே கொண்டிருக்கும். ஆனால்



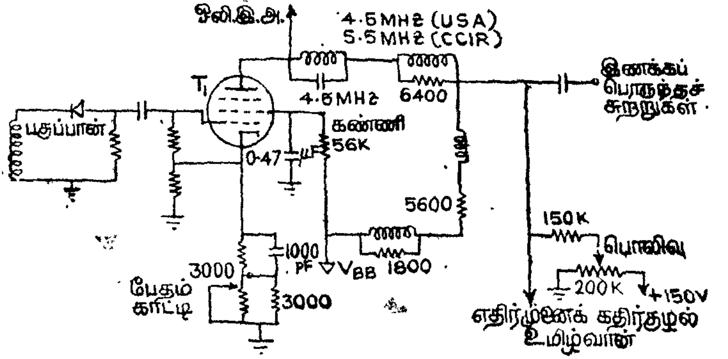
படம் 4—1

படச் சைகை பகுப்பான்

வானொலி ஏற்பியைப் போல் தடை 100 கிலோ ஓம், கொண்மம் 100 பிகோ பாரட் என்று கொள்ள முடியாது. ஏனென்றால் படக் குறிப்பு 5 Hz வரை அமையும். 5 MHz-ல் 100 pF கொண்மத்தின் மறுப்பு 318 ஓம் ஆகும். ஆகவே, அதிக அலைவெண் அலை உறுப்புகள் வீச்சு குறைந்து விடுகின்றன. கொண்மியைத் தனியாகப் புறத்தே இணைக்காமல், சுற்றுவழி அமைக்கும்பொழுது வரும் உதிரிக் கொண்மமே போதும் என்றிருக்கலாம் இதன் மதிப்பு 5 pF ஆனால், 5 MHz மறுப்பு 6000 ஓம் ஆகும். ஆகவே R-ன் மதிப்பு 5000 ஓம் என்றிருக்க வேண்டும். மேலும் இச்

சுமையிலிருந்து மின் மிகைப்பியின் உள்ளீட்டில் இணைக்கும் பொழுது அந்த அலகின் உள்ளீட்டுக் கொண்மம் அமையும். அதை இணையாக வராமல் தடுக்க L_3 என்ற தூண்டத்தைத் தொடராகப் பொருத்தலாம். இப்பொழுது L_3, உள்ளீட்டுக் கொண்மம் C_{11} ஆகிய இரண்டும் தொடர் ஒத்திசைவு பெறுவதால் C_{11}-ன் இரு முனைகளிலும் ஒத்து இசைவு அலைவெண்ணில் மின்னழுத்தப் பெருக்கம் உண்டாகும். இவ்விசைவு அலைவெண்ணை 5 MHz அருகில் கொண்டால் RC-ல் வரும் மின்னழுத்தக் குறைவை இது ஈடு செய்யும். அதேபோல் R-ன் தொடரில் L_4 என்ற தூண்டம் அமைத்து, L_4, C ஒத்து இசைவால் அதிக அலைப் பட்டையில் மின்னழுத்தப் பெருக்கம் உண்டாக்கலாம். ஆனால் Q அதிகமானால் அதிக அலைவெண் பட்டையில் இலாபம் அதிகமாகி, படம் சற்று விகாரமாக இருக்கும். ஆகவே Q ஐ ஒன்று அல்லது அதற்கும் குறைவாகக் கொண்டு ஒரே மட்ட அலைவெண் வீச்சு உடன் விளைவு பெறலாம். இதற்காக L_3-க்கு இணையாக R_1 அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

படக் குறிப்பு மின்மிகைப்பி படம் 2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஊர்தி ஊடுருவு ஒலி முறையில் பகுப்பான் வெளியீட்டில் ஒலிக் குறிப்பும் வரும். அதனைப் பிரிக்க வேண்டும். அதற்கு 4·5 MHz இணை ஒத்து இசைவுக் கண்ணி அமைந்துள்ளது. இது படக் குறிப்பு வெளியீட்டில் ஒலிக் குறிப்புகள் வராமல்



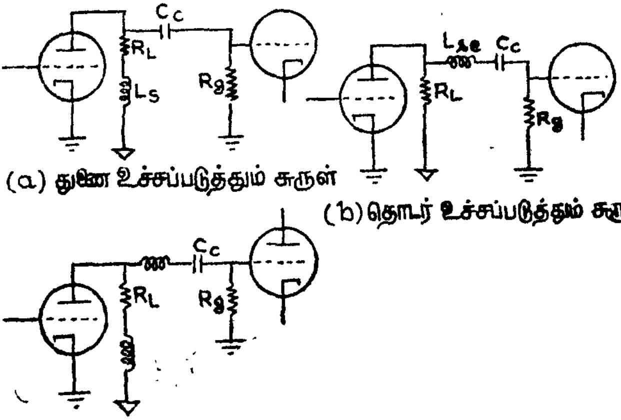
படம் 4—2.

படக் குறிப்பு மின்மிகைப்பி.

தடுக்கிறது. இந்த இணை ஒத்து இசைவுச் சுற்றுவழிக்கு ஒரு தூண்டு துணைச்சுருள் மூலம் ஒலி இடை அலைவெண் அலைகளைப் பெற்று, மின்பெருக்கி, பாகுபடுத்தி மூலம் ஒலி அலைகளைப்

பெறலாம். பகுப்பானிலேயே அதிக அலைவெண் பட்டையடைய, தூண்டங்களை உபயோகப்படுத்தும் முறையை ஆராய்ந்தோம். இங்கு இணை உச்சப்படுத்தும் வழி, தொடர் உச்சப்படுத்தும் வழி, கலந்த உச்சப்படுத்தும் வழி ஆக மூன்று வகைகள் உண்டு.

இணை உச்சப்படுத்தும் முறையில் சுமைக்குத் தொடராக ஒரு தூண்டம் அமைக்கிறோம். தூண்டம் அற்ற நிலையில் மேல்



(a) துணை உச்சப்படுத்தும் சுருள்

(b) தொடர் உச்சப்படுத்தும் சுருள்.

(c) கலந்த முறை

படம் 4—3.

ஈடுகட்டும் முறைகள்.

அரைத்திறன் அலைவெண் $f_2 = \frac{1}{2\pi R_{eq} C_o}$ ஆகும். இங்கு $R_{eq} \approx R_L$. ஏனென்றால் அது ஒன்றைத்தான் நாம் குறைக்க முடியும். அப்பொழுது தூண்டம் L_s உபயோகித்து அதற்கு, C_o உடன் இசைவு ஏற்படுத்தி, f_2-ன் மின்னழுத்த இலாபத்தை அதிகரிக்கச் செய்கிறோம். இதனால் அரைத் திறன் பட்டையகலம் அதிகரிக்கிறது; அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட அரைத் திறன் பட்டையகலத்திற்கு மின்னழுத்த இலாபத்தை அதிகரிக்க முடிகிறது.

தொடராகத் தூண்டம் அமைத்தால், அலகின் வெளியீட்டுக் கொண்மியும், அடுத்த அலகின் உள்ளீட்டுக் கொண்மியும் தூண்டத்தால் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஆகவே மொத்த இணைக் கொண்மியின் மதிப்பைக் கணக்கிடும்பொழுது அதன் மதிப்பு

$C_o + C_i$ என்று வாராது. ஏனென்றால் இரண்டிற்கும் இடையே தூண்டம் அமைந்துள்ளது. இதனால் அதிக அலைவெண் பட்டையில் மின்னழுத்த இலாபம் குறைவதில்லை. நாம் மேல் அரைத் திறன் அதிர்வெண் மதிப்பைக் குறிப்பிட்டால் R_L-ன் மதிப்பு $\frac{1.5}{\omega_2 C_o}$. ஆனால் ஈடு செய்யப்படாத மின்னலகில் R_L-ன் மதிப்பு $\frac{1}{\omega_2 C_o}$. ஆகவே R_L-ன் மதிப்பு ½ மடங்கு கூடுகிறது. ஆகவே மின்னழுத்த இலாபம் 50% கூடுதலாகிறது.

கலந்த முறையில் இரு தூண்டங்களும் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. ஆகவே, இங்கு $R_L = \frac{1.8}{\omega_2 C_o}$. அதாவது R_L-ன் மதிப்பு 80% கூட வருகிறது. ஆகவே மின்னழுத்த இலாபமும் 80% கூடுதலாகிறது. இந்தச் சுற்றுவழிகளைத் திட்டமிடும் முறை கீழே உள்ள அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஈடு செய்யப்படாத சுற்று $R_L = \frac{1}{\omega_2 C_o}$

இணைத் தூண்டச் சுற்று $R_L = \frac{1}{\omega_2 C_o}$; $L_s = \frac{0.5 R_L}{\omega_2}$

$= 0.5 R_L^2 C_o.$

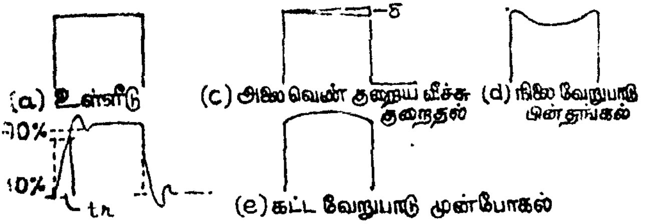
தொடர்த் தூண்டச் சுற்று $R_L = \frac{1.5}{\omega_2 C_o}$; $L_{se} = \frac{2}{3} R_L . C_o.$

கலந்த சுற்று $R_L = \frac{1.8}{\omega_2 C_o}$; $L_{se} = 0.52 R_L^2 C_o$;

$L_s = 0.12 R_L^2 C_o.$

இதேபோல் கீழ் அலைவெண் பட்டையையும் ஆராய வேண்டும். அமெரிக்க முறையில் ஒரு விநாடிக்கு 30 படங்கள் காட்டப்படுகின்றன. இங்கிலாந்து, ஐரோப்பிய முறைகளில் ஒரு விநாடிக்கு 25 படங்கள் காட்டப்படுகின்றன. ஆகவே, படத்துக்குப் படம் சிறிது வேறுபாடு அமையலாம். அதனால் குறைந்த அளவு அலைவெண் 25 அல்லது 30 ஆக அமையும். படம் வெறும் வெண்மையாக அமைந்தால் அந்த வெண்மைத் தன்மை குறைவின்றி வெளிவர வேண்டும். இதற்குச் சதுர அலைகளை உள்ளீட்டில் கொடுத்து வெளியீட்டின் அலைவடிவத்தை ஆராய்வார்கள். துடிப்பு நேரம் குறையக் குறைய அதிக

அலைவெண் பட்டைக் குறைகள் வெளிப்படும். படத்தில் [4 (*b*)] தூண்டம் இருப்பதால் உண்டாகும் தடையுறு அலைவுகளைக் காணலாம். இது f_2 அலைவெண்ணருகில் அமையும். இதனால்



(*b*) துடிப்பு நேரம் குறைவாகும் பொழுது வெளியீடு அதிக அலைவெண் பட்டைக் குறைகளைக் காட்டும்.

(*c*) (*d*) (*e*) துடிப்பு நேரம் அதிகமாகும்பொழுது வரும் வெளியீடுகள் குறை அலைவெண் பட்டைக் குறைகள்

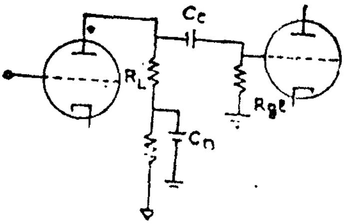
படம் 4—4.

சதுரத் துடிப்பு உள்ளீடு, வெளியீட்டு அலை வடிவங்கள்.

திடீரென ஒளி மாறும் இடங்களில் வெண்மைக்கு அருகேநெருக்கமாகக் கருப்புக் கோடுகள் அமையும். இங்கு உயரும் நேரத்தைக் குறிப்பிடலாம். இது வீச்சு அதன் நிலையான மதிப்பின் 10% முதல் 90% வரை மாற எடுக்கும் நேரம் (t_r) ஆகும். இது $\left(\frac{0{\cdot}35 - 0{\cdot}45}{f_2}\right)$; 0·45 ஈடு செய்யாத அலகில் வரும். 0·35 ஈடு செய்யப்பட்ட அலகில் வரும். ஆகவே உயரும் நேரத்தைக் கொண்டு பட்டையகலத்தைக் கணக்கிடலாம். குறைந்த அலைவெண் பட்டையில் தொடர்க் கொண்ம இணைப்பால் மின்னழுத்த இலாபம் குறைவதோடல்லாமல் வெளியீட்டிற்கும் உள்ளீட்டிற்கும் நிலை வேறுபாடும் உண்டாகும். இவ் வேறுபாடு முற்போக்காக அமையும். அப்பொழுது படம் 4 (*c*)-ல் காட்டப்பட்டதுபோல் அமையும். பின்தங்கினால் படம் 4 (*d*)-ல் காட்டப்பட்டதுபோல் அமையும். நிலை வேறுபாடு இன்றி வெறும் வீச்சக் குறைவு ஏற்பட்டால் அது படம் 4(*e*)-ல் காட்டப்பட்டது போல் அமையும். இங்கு, தொய்வை δ என்று குறிப்பிடலாம். 20 Hz அதிர்வெண்ணில் தொய்வற்றிருக்கச் செய்ய வேண்டும் இதற்கு C_c-ன் மதிப்பு மிக அதிகமாகிவிடும். C_c நேர் மின்னோட்டத்தையும் தடுக்க வேண்டும். C_c மதிப்பு அதிகமாக ஆக, அதன் கசிவுத் தடை குறைந்துகொண்டே வருகிறது. ஆகவே அதன் நேர்மின்னோட்டத் தடுப்புச் சக்தி குறைகிறது. இரண்டாவதாக, அக் கொண்மியின் வெளியளவுகளும் பெரிதாகி விடுகின்றன. ஆகவே சுற்றுவழியில் அதை இணைக்கும் பொழுது

அதனால் உதிரிக் கோண்மம், தொடர்த் தூண்டம் ஆகியவை அதிகமாகின்றன. ஆகவே ஒரு உத்தேசமாக C_c-ன் அளவைத் திட்டமிட்டு, பிறகு ஈடு செய்ய முயல வேண்டும்.

அதிக அலைவெண் பட்டையில் ஓர் ஒத்திசைவுச் சுற்று வழியை அமைத்து எவ்வாறு மின்னழுத்த இலாபத்தை உயர்த்தினோமோ, அதேபோல் இங்கு அலைவெண் குறையும் பொழுது மின்னழுத்த இலாபத்தை அதிகரிக்கும் ஒரு மறுப்பை அமைக்கவேண்டும். மின் நிரப்பியை ஒரு தடைக் கோண்மி மூலம் மின்மிகைப்பு அலகுக்குக் கொடுக்கிறோம் கோண்மி C_D சாதாரண அலைவெண்களுக்கு மிகக் குறைந்த மறுப்பளிப்பதால் சுமை



படம் 4 - 5.

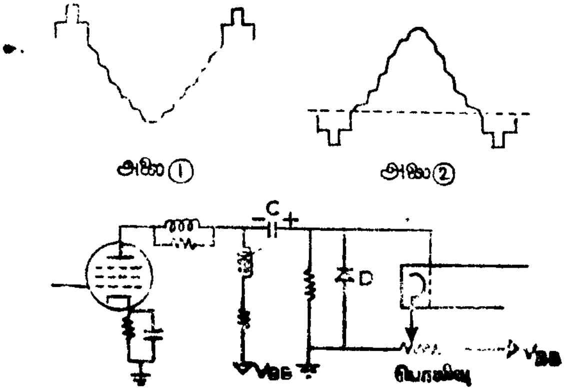
குறைந்த அலைவெண்பட்டையினை ஈடுசெய்யும் முறை

R ஆகிறது. மிகக் குறைந்த அலைவெண்ணில் C_D முறிந்த சுற்றாகிறது. ஆகவே சுமை $(R_D + R_L)$. அதாவது மின்னழுத்த இலாபம் $g_m R_L$-லிருந்து $g_m (R_D + R_L)$ என அதிகரிக்கிறது. நாம் இப்பொழுது $C_c R_g = R_L C_D$ என்று அமைத்தால் தொய்வு மறைந்து போகும் ஆகவே மேல் கூறப்பட்ட முறைகளைக் கையாண்டு, குறைந்த, அதிக அலைவெண் பட்டைகளில் மின்னழுத்த இலாபம் குறையாமல் பார்த்துக் கொள்ளலாம்.

படக் குறிப்பு அலை மின்மிகைப்பு அலகுகளைக் கோண்மி மூலம் இணைப்பதால் நேர்மின்மட்டம் மறைந்து விடுகிறது. அத் 2, படம் 10-ல் காட்டப்பட்டது போல் அலைகள் பூச்சிய மட்டத்திற்கு மேலும் கீழும் ஒரே பரப்பு வரும்படி மாறுதலடைந்து விடுகின்றன. நமக்கு மேடை கருப்பு மட்டமாக அமைய வேண்டும். மேடை மட்டமே பட ஒளி நிலைக்கேற்றவாறு மாறுதலடைந்து விடுகிறது. ஆனால், படக் குழலுக்குப் படக் குறிப்பு அலைகளை அளிக்கும் முன் இந்த நேர்மின் மட்டத்தைத் திரும்பக் கொண்டு வரவேண்டும். படம் 2-ல் காட்டப்பட்ட மின்அலகில் T_1 வலையும் உமிழ்வானும் ஓர் இருமுனைக் குழல் போல் இயங்கி நேர்மின் மட்டத்தைத் திருப்பி அளிக்கின்றன. ஆகவே வெளியீட்டில் நேர் இணைப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. கட்டுப்பாட்டு வலையின் ஒரு சார்பி மின்னழுத்தத்தைப் பொலிவு மாறியல் தடை மாற்றுகிறது. இதனால் வெளிவரும் படத்தின் சராசரி ஒளியை மாற்றலாம். படத்தின் கருப்பு வெளுப்பு பாகங்களின் ஒளி வேற்று

மையை மின்மிகைப்பியின் மிகைப்பு மாறியல் தடைமூலம் கட்டுப் படுத்தலாம். இது மிகைப்பியின் மின்னழுத்த இலாபத்தை மாற்று கிறது. இதனால் கருப்பு, வெண்மை பாகங்களின் மின்வீச்சு அளவுகளை மாற்றலாம். இதற்குப் பேதம் காட்டி என்பது பெயர்.

பண்பேற்ற அலை எதிர்ப் பண்பேற்றமாக அமைவதால் ஓர் அலகு மின்மிகைப்பியினால் நேர்ப் பண்பேற்ற அலை அமையும். படம் 2-ல் காட்டப்பட்ட சுற்றில் ஒற்றைப்படை அலகுகளாக அமைந்தால் படம் 6 ல் காட்டப்பட்ட அலை (1) போலவும்,

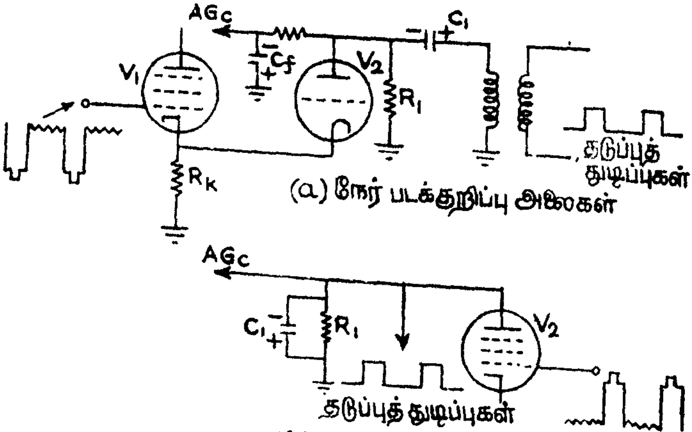


படம் 4—6.

இரட்டைப்படை அலகுகளாக அமைந்தால் அலை (2) போலவும் அமையும். அலை (1) போல் அமைந்தால் இக் குறிப்பைப் படக் குழலின் உமிழ்வானுக்கு அளிக்க வேண்டும். அப்பொழுது உமிழ்வானின் வீச்சு அதிகரிக்க, படக் குழலில் மின்னோட்டம் குறையும். அலை (2) போலமைந்தால் குறிப்பைப் படக் குழலின் கட்டுப்பாட்டு வலைக்கு அளிக்க வேண்டும். அப்பொழுது வீச்சு குறையக் குறைய மின்னோட்டம் குறையும். இரு முறை களிலும் மேடை வரும்பொழுது கதிர் மின்னோட்டம் நின்றுவிட வேண்டும். படம் 6-ல் உள்ள சுற்றில் நேர்மின்னோட்டம் திரும்பப் பெற D என்னும் இருமுனையம் உபயோகப்படுகிறது. D-ன் ஒரு முனை நிலையிணைப்புள்ளது ஆகவே, இணக்கப் பொருத்தத் தடுப்பு மட்டக் குறிப்புகள் எதிர்மின்னாக வருமாதலால், மின்னோட்டம் D மூலம் ஏற்பட்டு, கொண்மி C மின்னேற்றமடைந்து, தடுப்பு மட்டத்தை நிலையிணைப்பில் பிடித்துவிடும். ஆகவே குறிப்பு அலைகளின் தடுப்பு மட்டம் எப்பொழுதும் நிலையிணைப்பாகவே அமையும். அம் மட்டத்தில்

கதிர் மின்னோட்டம் இல்லாமல் போக, பொலிவு மாறியல் தடை மூலம் சரிகட்டி விடலாம்.

வான்கம்பிக்கு வரும் அதிக அலைவெண் அலைகளின் அளவு, பரவி வரும் பாதைகளின் மாறுதலால் மாறுதலடையலாம். இதனால் குறிப்பு அலைகளும் மாறுதலடைவதைத் தடுக்க தானியங்கும் இலாபக் கட்டுப்பாட்டு முறையை உபயோகிக்கலாம். வானொலிப் பெட்டிகளில் பகுப்பான் சுமையில் வரும் நேர்மின் மாறுதல்களை உபயோகித்து, இந்தத் தானியங்கும் கட்டுப்பாடு அமைக்கப்படுகிறது. இதற்கு மாறுபாடு மிகைப்பு எண் குழல்கள் உபயோகப்படுகின்றன. தொலைக்காட்சி ஏற்பிச் சுற்றுகளில் இம்முறை பயன்படாது. ஏனென்றால் நேர்மின் நிலைப் படத்தின் சராசரி ஒளிக்கு ஏற்றவாறும் மாறுதலடையும். ஆகவே, இந்த முறையைப் பயன்படுத்த முடியாது. ஆனால் தடுப்பு மட்டத்திலிருந்து இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்பின் அளவு நிலையானது. ஆகவே இந்த அளவின் வேறுபாட்டைக் கொண்டு அதிக அலைவெண் அலையின் வீச்சை அளவிடலாம். இதற்குத் தடுப்புத் துடிப்புகள் வரும்பொழுது இணைக்கப்



(a) நேர் படக்குறிப்பு அலைகள்

(b) எதிர்ப்படக் குறிப்பு அலைகள்

படம் 4—7.

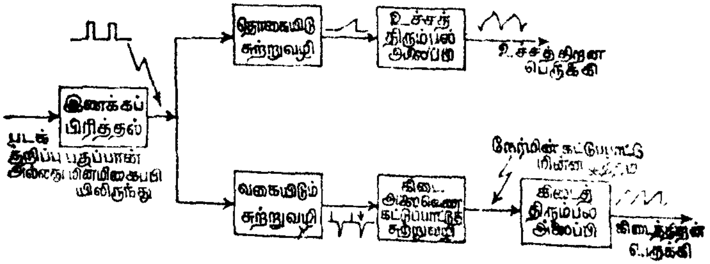
தொலைக் காட்சி ஏற்பியில் துடிப்பு தானாயியங்கும் மின்னழுத்த இலாபக் கட்டுப்பாட்டு முறை

பொருத்தத் துடிப்புகளின் அளவுக்கு ஏற்றவாறு *AGC* மின்னழுத்தம் உண்டாகச் செய்யலாம். இதில் நேர், எதிர்ப் படக் குறிப்புகளுக்குத் தனித்தனிச் சுற்றுவழிகள் படம் 7-ல்

காட்டப்பட்டுள்ளன. நேர் படக் குறிப்பு இருக்கும்பொழுது, அக் குறிப்பை V_1 குழலின் வலையில் பாய்ச்சுகிறோம். கட்டுப்பாட்டுக் குழலின் (V_2) உமிழ்வான், V_1 குழலின் உமிழ்வானுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. படக் குறிப்புகள் வரும்பொழுது தடை R_K-ல் அதிக மின்னோட்டமுண்டாவதால் V_1 குழல் மின்னோட்டமற்றிருக்கும். தடுப்பு, இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகள் வரும்பொழுது R_K-ன் மின்னோட்டம் மிகக் குறைந்து விடுவதால், V_2 குழல் கடத்தி நிலையில் நிற்கும். இச் சமயம் அதன் சேமிப்பானில் நேர் மின்னழுத்தத் துடிப்பை அளித்தால் மின்னோட்டமுண்டாகி, C_1 கொண்மி மின்னேற்றமடையும். இம் மின்னேற்ற மின்னழுத்தம், R_j, C_j வடிப்பான் மூலம் அதிக அலைவெண் குழல்களுக்கு ஒரு சார்பு மின்னழுத்தமாக அமைகிறது. படக்குறிப்பு வீச்சு குறைவாக இருப்பின் R_K ல் மின்னோட்டமிருக்கும். அதனால் V_2-ன் மின்னோட்டம் குறையும்; AGC மின்னழுத்தமும் குறையும். வீச்சு அதிகமானால் R_K மின்னோட்டமற்ற நிலையடையலாம். அப்பொழுது V_2-ன் மின்னோட்டம் உச்சநிலையடைந்து C_1-ன் மின்னழுத்தம் அதிகமாகிவிடும். படம் 7 (b)-ல் எதிர்ப் படக்குறிப்பு வரும் பொழுது உபயோகிக்கலாம். இங்கு வலையின் வீச்சு இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்பு வரும்பொழுது அதிகமாகிறது. ஆகவே கட்டுப்பாட்டுக் குழல் V_2 இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்பு வரும் பொழுதுதான் கடத்தியாகிறது. அப்பொழுது தடுப்பு நேர்த் துடிப்பினால் C_1 மின்னேற்றமடைகிறது.

5. இணைக்கப் பொருத்தமும் திரும்பல் அலைப்பிகளும்

படக் குறிப்பு வெளியீட்டுத் திறன் அலகிலிருந்து இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகள் பிரிக்கப்படுகின்றன. இதற்கு வரம்பிருத்திக் குழல் உபயோகப்படுகிறது. இங்கு ஒழுகு கட்டுப்

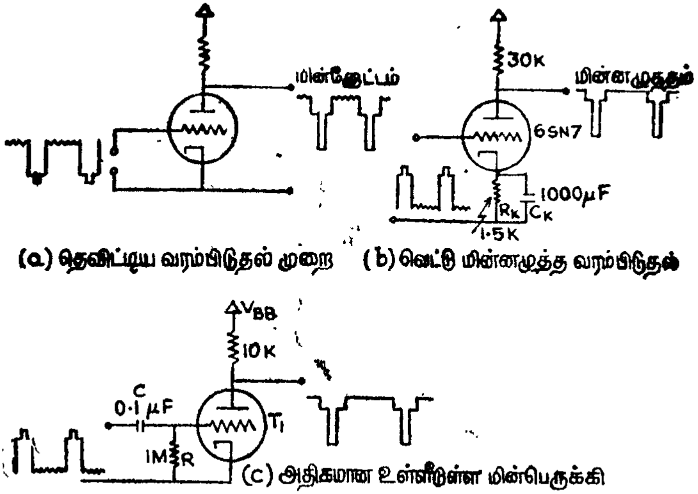


படம் 5—1.

இணைக்கத் துடிப்புப் பிரித்தலும் அலைப்பிக் கட்டுப்பாடும்: செல்வகப்படங்கள்

பாட்டு வலை முறையில் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் ஏற்படுகிறது. (படம் 2 (*c*)-ல் கவனிக்கலாம்.) இங்குள்ள 0·1 μF, 1$M\Omega$ கூட்டு நேர் வீச்சின்பொழுது கட்டுப்பாட்டு வலை மின்னோட்டத்தால் C மின்னேற்றமடைகிறது. V_{BB} குறைவாக இருந்து, குறுகிய வெட்டு மின்னழுத்தமுடைய குழலாக T_1 அமைந்திருப்பின், புள்ளிக் கோடிட்ட மட்டத்திற்குக் கீழ் வெட்டு மின்னழுத்தத்தால் வெளியீட்டில் அலைவடிவம் வாராது போய்விடும். படம் 2 (*a*)-ல் உள்ள சுற்றுவழியில் நேர்ப் பண்பேற்ற அலைவடிவத்தை உள்ளீடாகக் கொடுக்கிறோம். இங்கு நேர் வீச்சுப் பாகம் கட்டுப்பாட்டு வலையில் மின்னோட்டமுண்டாவதால் வரம்பிடப்படுகிறது. எதிர் வீச்சே உருக்குலைவின்றி வெளியீட்டில் வருகிறது. வெட்டு மின்னழுத்த வரம்பிடல் முறை 2 (*c*)-ல் விளக்கப்பட்டது.

ஆனால் படம் 3 (*c*)-க்கும் 2 (*b*)-க்கும் உள்ள வேறுபாடு 2 (*b*)-ல் R_k, C_k அமைப்பினால் ஒரு நிலையான ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் ஏற்பட்டுள்ளது. 2 (*c*)-ல் கட்டுப்பாட்டு வலை மின்னோட்டத்தால் ஒழுகு முறையில் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் ஏற்படுகிறது.



(a) தெவிட்டிய வரம்பிடுதல் முறை (b) வெட்டு மின்னழுத்த வரம்பிடுதல்

(c) அதிகமான உள்ளீடுள்ள மின்பெருக்கி

இங்கு உள்ளீடு நேர் வீச்சில் கம்பிவலை மின்னோட்டத்தாலும், எதிர் வீச்சில் வெட்டு மின்னழுத்தத்தாலும் வெளியீட்டு வீச்சு வரம்பிடப் படுகிறது

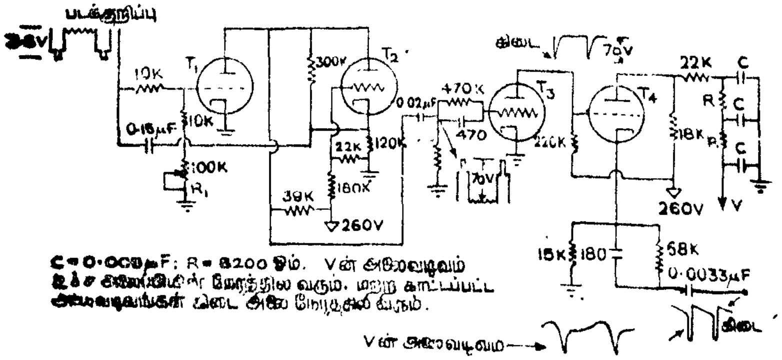
படம் 5—2.

இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகளைத் தனியாகப் பிரிக்கும் முறைகள்

ஆகவே 2 (*c*)-ல் உள்ளீட்டு வீச்சுக்கேற்றவாறு ஒழுகு முறை மின்னழுத்தம் மாறி, சுற்றின் மின்னழுத்த இலாபத்தை மாற்றுகிறது. இந்த வசதி 2 (*b*) சுற்றில் இல்லை.

இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகள் முறையே வகையிடு, தொகையிடு சுற்றுவழிகளில் இணையாகக் கொடுக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் வெளியீட்டில் வரும் அலைகளின் வடிவம் அத் 2, படம் 6,7-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன. முழுச் சுற்றுவழி, படம் 3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு, T_1 என்பது துடிப்பு மின்மிகைப்பிக் குழல். இதனுடன் T_2 என்ற இரைச்சல் அடக்கும் குழலும் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. நேர் எதிர்வீச்சு மாறுதல் 3·8 வோல்ட் உள்ள படக்குறிப்பு T_1 உள்ளீட்டில் அளிக்கப்படுகிறது. T_1 வெளியீட்டில் 70 வோல்ட் உச்ச-உச்ச வீச்சாக அமைகிறது. ஊர்தி, தொலைபேசி எண் சுற்றும் கருவி ஆகியவைகளால் உண்டாகும் குறுக்கீடுகள் படக் குறிப்பில்

வீச்ச மாறுதல்கள் உண்டாக்கும். இந்த வீச்ச மாறுதல்கள் இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகள் போலவே வரும். இதனால்



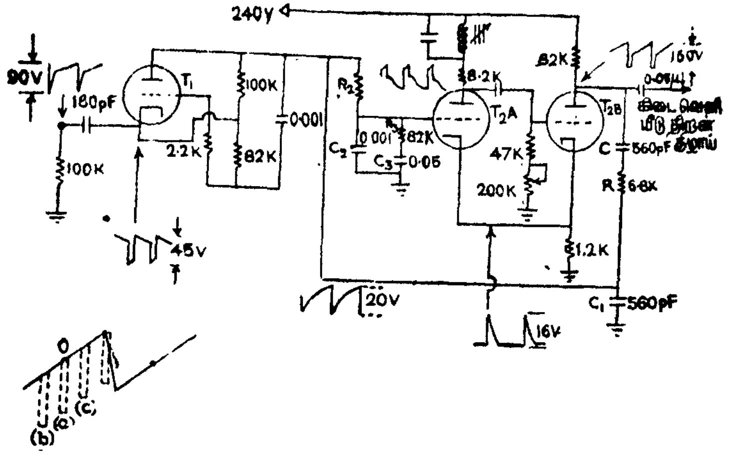
படம் 5—3.

இணைக்கப் பொருத்த அலகுகள். T_1-மின்மிகைப்பி; T_2-இரைச்சல் அடக்கி, T_3-வரம்பிருத்தி; T_4-பொருத்தத் துடிப்புகளைப் பிரிக்கும் அலகு

கிடை அலைப்பியைத் தப்பாகத் தூண்டிவிடக்கூடும். இதனால் படம் படக் குழலில் தாறுமாறாக வரும். ஆகவே இரைச்சலைக் குறைக்க வேண்டும். T_2 கட்டுப்பாட்டு வலை நிலத்திற்கு ஒரு நேர்மின் மட்டத்தில் அமைந்துள்ளது. T_2-ன் உமிழ்வான் T_1-ன் வெளியீட்டிலிருந்து ஒரு பாகமாக அமைவதால், பொதுவாக T_2 காப்பியாக அமையும். ஆனால் திடீரென ஓர் இரைச்சல் துடிப்பு வரும்பொழுது, அது நேராக T_2 உமிழ்வானை அடைந்து அதன் மின்னழுத்தத்தைக் குறைத்துவிடும். அப்பொழுது T_2 கடத்தியாகி, வெளியீட்டு வீச்சை வரம்பு கட்டிவிடும். இவ் வரம்பு கட்டும் மட்டத்தை R_1 என்னும் மாறியல் தடை மூலம் மாற்றலாம்.

இவ்வாறு இரைச்சல் அடக்கப்பட்ட படக்குறிப்பு T_3 என்னும் வரம்பிருத்தியில் பாய்கிறது. இதன் வெளியீட்டில் இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகளே வெளிவருகின்றன. இத் துடிப்புகள் T_4 மின்மிகைப்பியின் உள்ளீட்டையடைகின்றன. T_4 குழலின் உமிழ்வான் சுற்று வழியில் வகையிடு சுற்றுவழியின் வெளியீட்டில், கிடை இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகளும், சேமிப்பான் சுற்றுவழியில் தொகையிடு சுற்றுவழியின் வெளியீட்டில் உச்ச அலைப்பியின் இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்பும் வெளிப்படுகின்றன. படத்தில் உச்ச இணைக்கப் பொருத்தத்

துடிப்புகள் தனியாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. ஏனென்றுல் இத் துடிப்புகளின் அகலம் $6H$ (H கிடை அலைப்பியின் அலை நேரம்); துடிப்புகளிடை நேரம் $\frac{525}{2}$ (அமெரிக்க முறையில்). ஆகவே கிடைத் துடிப்புகளும் உச்சத் துடிப்புகளும் வெவ்வேறு கால அளவில் உள்ளன. (அத் 2, படம் 6 ஐப் பார்க்கவும்)



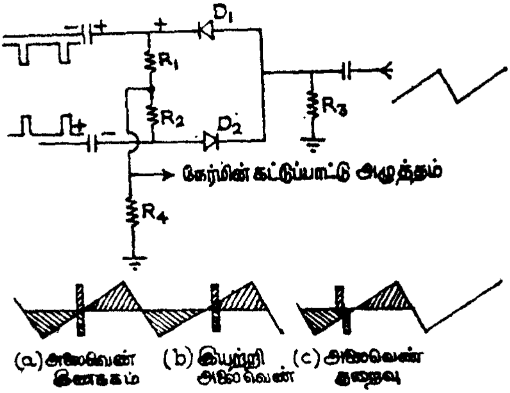
படம் 5—4.

கிடை அலைப்பியும் இணக்கத் துடிப்பு தூண்டும் முறை

கிடை தானே இயங்கு அலைவெண் கட்டுப்பாட்டு முறை : T_{2A}, T_{2B} ஆகிய குழல்கள் உமிழ்வான் இணைப்பு வரியலைப்பிகளாகும். இவற்றின் செயல்படு விதம் அத். 2-ல் கூறப்பட்டுள்ளது. ஆனுல் அத். 2-ன் படம் 11-க்கும், மேற் கூறப்பட்ட படம் 4-க்கும் ஒரு மாறுதல் உள்ளது. $T_2\ A$ சேமிப்பான் சுமையில் ஓர் ஒத்திசைவுச் சுற்று அமைந்துள்ளது. இதன் ஒத்திசைவு அலைவெண்ணை வரி அலைவெண்ணுக்குச் சுருதி கூட்டிஞல் இச் சுற்று வழி மின் நிரப்பி, வெளி இரைச்சல்களின் மாறுதல்களுக்கு அலைவெண் மாருமல் அமையும். வெளியீட்டில் கோடகம் சார்ந்த வடிவம் வர CR சுற்றுவழி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. C_1-ல் இரம்பப் பல் வடிவமே அமையும். இவ் வடிவம் T_1 சேமிப்பானுக்கு அளிக்கப்படுகிறது. அதன் உமிழ்வானில் இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்பு அளிக்கப்படுகிறது. இது எதிர்மின் திசையாக இருப்பதால் துடிப்பு வரும்பொழுது T_1-ல் மின்ஞேட்டம் உண்டாகும். எவ்வளவு மின்ஞேட்டம் என்பது சேமிப்பானிலுள்ள இரம்பப் பல் வடிவத்தைப் பொருத்தது. இந்த மின்ஞேட்டத்தால் வரும் நேர்மின்னழுத்தம் $R_2\ C_2$,

R_3 C_3 ஆகிய வடிப்பான்கள் மூலம், T_2 *A* கட்டுப்பாட்டு வலைக்கு வருகிறது. T_2 *A*-ன் க. வலையின் நேர்மின்னழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறு இவ்வலைப்பியின் அலைவெண் மாறுதலடையும். ஆகவே T_1 ஓர் அலைவெண் கட்டுப்பாட்டுக் குழலாக அமைகிறது.

கட்டுப்பாட்டுக்கு வேண்டிய நேர்மின்னழுத்தத்தை மற்ற முறைகளிலும் பெறலாம். கிடை இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்பை



(*a*) அலைவெண் இணக்கம் (*b*) இயற்றி அலைவெண் கூட (*c*) அலைவெண் குறைவு.

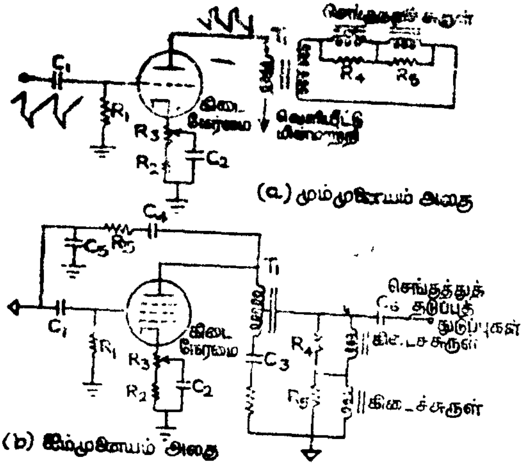
படம் 5—5.

இரு இருமுனைக்குழல்கள் மூலம் கட்டுப்பாட்டு நேர்மின்னழுத்தம் பெறும் முறை

மற்றொரு மின்மிகைப்பி மூலம் நேர், எதிர் வீச்சுகளுள்ள இரண்டு துடிப்புகளாகக் கொள்ளவேண்டும். இத் துடிப்புகளை படம், 5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் இரு முனையங்கள் மூலம் இரம்பம் பல் அலைப்பியின் மின்னழுத்தத்துடன் ஒப்பிடவேண்டும். அப்பொழுது துடிப்பு, இரம்பப் பல் அலைப்பி ஆகியவைகளின் அலைவெண் ஒன்றாக இருப்பின், R_1, R_2 ஆகியவைகளில் வரும் மின்னழுத்தம் ஒரே மதிப்பாக இருக்கும். ஆகவே R_4-ல் பூச்சிய மின்னழுத்தம் அமையும். அலைப்பி அலைவெண் அதிகமானால் D_1-ன் மின்னோட்டம் அதிகமாகும். ஆகவே R_1-ல் மின்னழுத்தம் அதிகமாகும். அதுவே அலைவெண் குறைவானால் D_2-ன் மின்னோட்டம் அதிகமாகி R_2-ல் மின்னழுத்தம் அதிகமாகும். இதனால் R_4-ல் வரும் நேர் மின்னழுத்தத்தை அலைவெண் கட்டுப்பாட்டிற்கு உபயோகப்படுத்தலாம்.

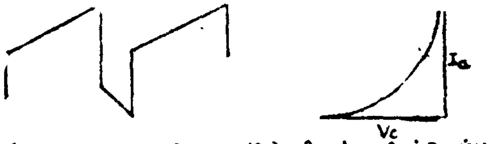
அத். 2, படம் 11-(*a*)-ல் காட்டப்பட்டுள்ள *C* என்னும் கொண்மிக்குப் பதில் ஒரு கொண்மியையும், தடையையும் படம்

14-ல் காட்டப்பட்டதுபோல் இணைத்தால் கோடகம் சார்ந்த வரி வடிவம் கிடைக்கும். இந்த வடிவத்தை மேலேயுள்ள படங்களின்



படம் 5–6.
வெளியீட்டுத்திறன் அலகு

உள்ளீட்டில் அளக்க வேண்டும். வெளியீட்டில் வரும் கோடகம் சார்ந்த வரிவடிவம் கிடைச் சுருளில் இரம்பப் பல் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கும். சில நேரங்களில் கோடக வடிவத்தின் பாகங்கள் நேர் கோடாக அமையாமலிருக்கலாம். இதில், முக்கியமாக, மேல் பாகம், கோண்மி அதிக நேரம மின்னேற்றமடை



(a) கோடக வடிவ அலை (b) பரிமாற்று சிறப்பியல்பு

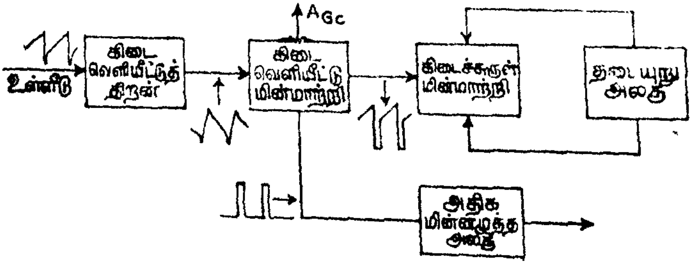
படம் 5—7.

வதால் சிறிது வளைவாக அமையலாம். இதை மின்மிகைப்புக் குழலின் ஒரு சார்பு மின்னழுத்தத்தைக் கொண்டு நிமிர்த்தலாம். இந்த ஒரு சார்பு மின்னழுத்தத்தை R_3 தடையைக் கொண்டு கட்டுப்படுத்தலாம். உச்ச வெளித்திறன் மின்மாற்றி, உச்சத் திரும்பல் சுருளின் மறுப்பு குறைவாக இருப்பதால் மும்முனையத்தின் அதிகமான உட்தடைக்கு மறுப்புப் பொருத்தமுண்டாக்க உதவுகிறது. சாதாரணமாக, இந்தச் சுருள்களின் சுருள் விகிதம்

10 : 1 ஆக இருக்கும். மின்னோட்டத்தின் திடீர் மாற்றலால் சுருளின் தூண்டமும் பரவல் கொண்மமும் சேர்ந்து தடையுறு அலைவு உண்டாவதைத் தடுக்க R_4, R_5 ஆகிய தடைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

சாதாரணமாக, மும்முனையத்திற்குப் பதில் ஐம்முனையம் உபயோகிக்கலாம். இதனால் அதிக மின்னழுத்த இலாபமும் வெளியீட்டுத் திறனும் உண்டாகும். படம் 6 (*b*)-ல் ஐம்முனையச் சுற்று வழி காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு T_1 எனும் மின்மாற்றி பொதுச் சுருள் மின்மாற்றி ஆகும். இதனால் குறிப்பிட்ட கம்பி நீளத்தில் அதிக மின் மாற்று விகிதம் கிடைக்கிறது. ஆனால் ஐம்முனையம் அதிகமான வீச்ச உருக்குலைவு உண்டாக்குமாதலால், R_6, C_4 மூலம் எதிர்ப் பின்னூட்டமிடப்பட்டுள்ளது. இது உச்ச நேர் கோட்டுத் தன்மைக்கு உதவும். C_6 மூலம் எடுக்கப்படும் அலை படக் குழலின் கட்டுப்பாடு மின்வாய்க்கு அளிக்கப்படுகிறது. இதன் மூலம், உச்சப் பின் திரும்பல் பாகத்தைப் படக் குழல் திரையில் தெரியாமல் செய்து விடலாம். பொதுவாக *A* வகை அமைப்பில் இத் திறன் பெருக்கி அமைந்தாலும், *AB* அல்லது *B* வகை அமைப்பிலும் இத் திறன் பெருக்கியை அமைக்கலாம். வழக்கமாக உபயோகப்படும் வெற்றிடக் குழல்கள் 6*AQ*5, 6*BX*7, 6*K*6, 6*L*6, 12*AU*7, 17*SN*7 முதலியவையாகும்.

கிடை வெளியீட்டுத் திறன் அலகுகளை இப்பொழுது கவனிப்போம். இங்கு உள்ளீட்டில் கோடக வடிவ மின்னழுத்தமோ



படம் 5—8.

கிடைவெளியீட்டுச் சுற்று வழிகளும் அதிக மின்னழுத்தமியற்றியும்

அல்லது இரம்பப்பல் மின்னழுத்தமோ கொடுக்கலாம். ஏனெனில் பின் திரும்பும் வேளையில் வெளியீட்டு மின்மாற்றியில் தானகவே கோடக வடிவ மின்னழுத்தம் உண்டாகிவிடும். இதன் முக்கியப் பணிகள் (1) கிடை இணக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகளுக்கு ஏற்ற

வாறு கிடைத்திரும்பல் ஏற்படுத்துவது. (2) படக் குழலுக்கு வேண்டிய அதிக மின்னழுத்தத்தை உண்டாக்குவது.

கிடை மின்மாற்றியின் முக்கியப் பணிகள் :

(1) அதிக மின்னழுத்தத்திற்கு வேண்டிய அதிக வீச்சுத் துடிப்புகளை உண்டாக்குவது.

(2) வெளித் திறன் குழலுக்கும், கிடைச்சுருள், அதிக மின்னழுத்த மின் திருத்தி, தடையுறு குழல் ஆகியவைகளுக்கும் முறையே மறுப்புப் பொருத்தம் உண்டாக்க வேண்டும்.

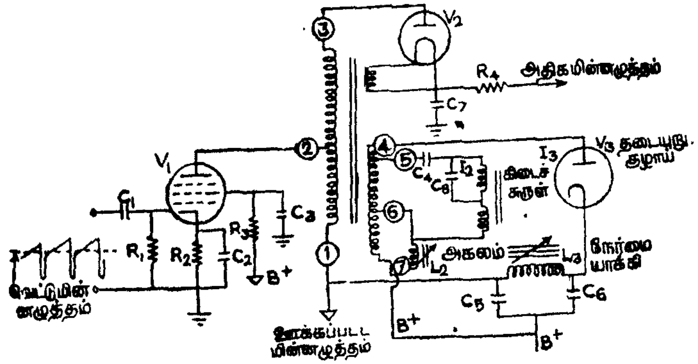
(3) கிடைத் திருப்பல் மின்னழுத்தம் உண்டாக்குவது.

(4) அதிக மின்னழுத்த மின்திருத்திக் குழலுக்கு வேண்டிய சூடாக்கிச் சுருளுக்கு மின்னழுத்தம் கொடுப்பது.

(5) தாமேயியங்கும் மின்னழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுத் துடிப்புகள் கொடுப்பது.

(6) தாமேயியங்கும் அலைவெண் கட்டுப்பாட்டுத் துடிப்புகள் அளிப்பது.

(7) கிடைத் தடுப்புத் துடிப்புகள் அளிப்பது.

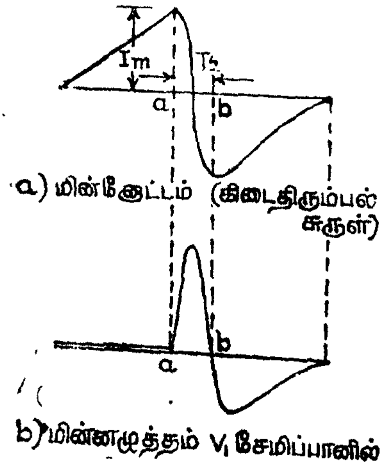


படம் 5—9.

கிடைவெளியீட்டு அமைப்பு

உள்ளீட்டில் கோடக அலை வடிவம் அளிக்கப்படுகிறது. $C_1 R_1$ நேர்மின் தடுப்பிணைப்பு. $R_2 C_2$ ஒரு சார்பு மின்னழுத்த முண்டாக்கும் இணைப்பு அதே போல் R_3 திரைவலைக்கு வேண்டிய மின்னழுத்தமளிக்கிறது. C_3 திரைவலையில் மாறு மின்னழுத்தம் உண்டாகாமல் தடுக்கிறது. அதாவது மாறு மின்னோட்டத்திற்கு C_3-ன் மறுப்பு குறுகிய இணைப்பாக அமைகிறது.

V_1 குழலின் வெளியீட்டில் பல மின்முனைகளுடன் கூடிய மின் மாற்றியிருக்கிறது. இதற்குப் பின்திரும்பல் மின்மாற்றி என்பது பெயர். இங்கு இரம்பப் பல் மின்னோட்டத்தின் பின்திரும்பல் நேரத்தில் உண்டாகும் அதிக மின்னழுத்தத்தை உபயோகித்து, படக் குழலுக்கு வேண்டிய மின்னழுத்தத்தை மின்திருத்தி மூலம் எடுத்துக் கொள்ளலாம். கோடக வடிவ உள்ளீட்டலையின் செங்குத்தான பின்திரும்பல் பாகம் வரும்பொழுது, V_1 குழல் மின் காப்பியாகிறது. அப்பொழுது பின்திரும்பல் மின்மாற்றியின் மூலச் சுருளின் மின்னோட்டம் திடீரெனப் பூச்சியமாகவேண்டும். மின் மாற்றியின் மூலச்சுருளிலுள்ள பரவல் கொண்மத்தில் இந்த மூலச்சுருளின் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இது ஒரு தடையுறு அலையாக அமைகிறது. இவ்வலையின் அலைநேரம் T ஆக



படம் 5—10.

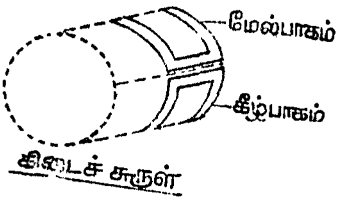
இருக்கட்டும். அப்பொழுது $T/2$ நேரத்தில் மின்னோட்டம் I_m-லிருந்து, $-I_m$-க்கு மாறுகிறது. இதனால் உண்டாகும் மின்னழுத்தம் கிட்டத்தட்ட $\frac{4LI_m}{T}$, ஆகும். இது அதன் சராசரி மதிப்பு. அதன் உச்ச வீச்சு $\frac{2\pi LI_m}{T}$ ஆகும். இதனால் V_1 சேமிப்பானில் 4000 – 6000 வோல்ட் வரை மின்னழுத்தமுண்டாகும்; ஆனால் மின்னோட்டமில்லை. 1, 3 சுருளிடை 20-30 கிலோ வோல்ட் மின்னழுத்தமுண்டாகும். இதனை V_2 குழல், C_7 கொண்மிகள் மூலம் திருத்தி, படக் குழலுக்கு வேண்டிய அதிக மின்னழுத்தத்தை அடைகிறோம். நேரம் b-க்குப் பிறகு சுருளின் மின்னழுத்தின் திசை மாறுகிறது. சுருள்கள் 1-3-ம், 4-7-ம் மாற்று திசையில் சுற்றப்பட்டுள்ளன. ஆகவே சுருள் 1-3-ல், 3 நேர்மின்னழுத்தமாயின், 4-7-ல் எதிர்மின்னழுத்தமாக அமையும். ஆகவே, தடையுறு அலைகளால் வீச்சு திசை மாறும்பொழுது, 4 நேர்மின்னழுத்தமாகிறது. இப்பொழுது V_3 இருமுனையத்தில் மின்னோட்டமுண்டாகிறது. இம் மின்னோட்டத்தால் ஒத்து இசைவுச் சுற்றின் தடை அதிகமாகி, அலைவுகள் நின்றுவிடுகின்றன. V_3 மூலம் மின்னோட்டமுண்டாவதால்

கிடைச் சுருளிலும் தூண்டு மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. ஆனால் 1-2 சுருளில் மின்னோட்டமில்லை. ஏனென்றால் V_1 இன்னமும் காப்பியாகவே இருக்கிறது. V_3-ன் மின்னோட்டம் C_6 எனும் கொண்மியில் மின்னேற்றமுண்டாக்குகிறது. இதனால் V_1 குழலின் சேமிப்பான் மின் நிரப்பியின் மின்னழுத்தம் B^+ உடன் C_6-ன் மின்னழுத்தமும் சேருகிறது. ஆகவே, B^+ ஆனது, 350 V ஆயின் இந்த ஊக்கப்பட்ட மின்னழுத்தம் 650 வரை வரும். இத் தடையுறு அலையின் அதிர்வெண் 70-90 KHz வரை இருக்கும்.

V_1 கட்டுப்பாட்டு வலையில் அலை வீச்சு வெட்டு மின்னழுத்தம் தாண்டும் வரை, V_1-ல் மின்னோட்டமுண்டாகாது. ஆனால் கிடைத் திரும்பல் சுருளில் மின்னோட்டமிருந்து கொண்டிருக்க வேண்டும். ஆகவே பின் திரும்பல் மின்னோட்டம் தடையுறு அலைகளால் வருகிறது. மறுபடியும் முன்னோக்கு மின்னோட்டத்தின் துவக்கப் பகுதி தடைக் குழலினால் உண்டாகிறது. பிறகு V_1-ல் மின்னோட்டமுண்டாகும்பொழுது. கிடைத் திரும்பல் சுருளில் மின்னோட்டமுண்டாகிறது. ஆகவே கிடைத்திரும்பல் சுருளில் இடை அலைநேரத்தில் 3-ல்1 பாகம் தடைக்குழலால்மின்னோட்டத்திற்குத் முண்டாகிறது. V_1 குழலும் V_3 குழலும் சேர்ந்து சிறிதளவு நேரம் மின்னோட்டமுண்டாக்கும். இப் பகுதி படத்தின் நடுப் பாகத்தில் அமைவதால் நேர்கோட்டுத் தன்மைக் குறைவு பளிச்செனத் தெரிந்துவிடும் இதைச் சரிக் கட்டுவது அவசியம். இதற்கு நேர்மையாக்கிச் சுருள் L_3 உபயோகப்படுகிறது, இச் சுருள் C_5 மற்ற பரவல் கொண்மியுடன் இடை அலைவெண்ணுக்கு ஒத்து, இசைவுச் சுற்றுவழியாக அமைகிறது. ஆகவே இச்சுருளின் தூண்டத்தை மாற்றினால் V_1 சேமிப்பான் சுற்றில் கிடை அலை வெண் அலையில் நிலை வேற்றுமையுடன் ஒரு மின்னோட்டமமையும். இந்தச் சுருள் (L_3), தடையுறு குழல், V_1 ஆகிய விரண்டின் சுற்றுவழியிலும் அமைவதால் இதன் தூண்டத்தை மாற்றுவதன் மூலம் மின்னோட்டத்தின் நேர்த்தன்மையை மாற்றலாம்.

இப்பொழுது கிடைத் திரும்பலின் வீச்சை மாற்ற முடியுமா என்று பார்க்கவேண்டும். படம் 9-ல், L_2 என்னும் தூண்டச் சுருள் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது துணைச் சுருளின் ஒரு பாகத்தில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் மின்தூண்டத்தைக் குறைத்தால் மறுப்பு குறையும். ஆகவே, இதனுள் அதிக மின்னோட்டம் உண்டாகி, கிடைச் சுருளின் மின்னோட்ட வீச்சைக் குறைக்கும். வீச்சை V_1 குழலின் திரைவலை மின்னழுத்தத்தின் மூலமும் கட்டுப்படுத்தலாம். நமக்கு, தானே இயங்கும் மின்னழுத்த இலாபக் கட்டுப்பாட்டுச் சுற்றுக்கு கிடைத் தடுப்புத் துடிப்புகள்

அனுப்பவேண்டியிருப்பதால் வீச்சுக் கட்டுப்பாட்டுக்கு நகரும் உள்ளக மின்மாற்றியின் மூலச்சுருளை உபயோகித்து துணைச் சுருளில் வரும் மின்னழுத்தத் துடிப்பைக் கட்டுப்பாட்டுச் சுற்றுக்கு உபயோகப்படுத்தலாம்.



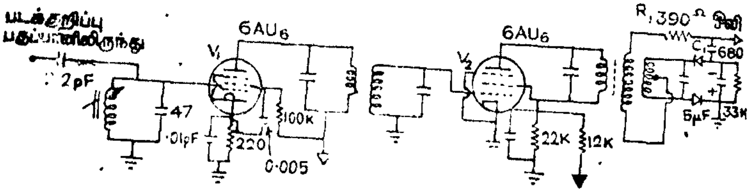
படம் 5—11.
திரும்பல் சுருள்கள் சேண அமைப்பு

கிடைச்சுருள் இரு பாகங்களாக அமையும். அதிர்வெண் அதிகமாக இருப்பதால் பரவல் கொண்மிகளின் ஊறுகள் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் அமையும். ஆகவே, இரு பாகங்களின் பரவல் கொண்மிகளும் ஒன்றே போல் அமையவேண்டும். இதற்காக ஒரு நடுநிலையாக்கும் கொண்மம் சுருளில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இரு பாகச் சுருள்களும் சமச்சீராக அமையாவிடில், இச் சுருள்களிடையே தடையுறு அலைகள் உண்டாகும். இதனால், படத்தில் கருப்பு வெண்மைப் பட்டைகள் அமையும். இந்த ஊறு இவ்விரு சுருள்களையும் தொடராக இணைக்கும்பொழுது வருகிறது. இவ்விரு சுருள்களையும் இணையாக இணைப்பின் இந்தப் பரவல் கொண்மிகள் ஒன்றேபோல் அமைந்துவிடும்; அல்லது தொடராக இணைக்கும் பொழுது கிடைத் திரும்பல் மின்மாற்றியிலும் நடுமுனையுள்ள துணைச் சுருளாகக் கொண்டு இந் நடு முனையை இப் பாகங்களின் இணைப்பில் சேர்த்துவிட்டாலும் இந்தப் பரவல் கொண்மச் சமனில்லாத துன்பம் தவிர்க்கப்படும்.

நாம் ஒன்றுமட்டும் நினைவில் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். V_1 குழலின் சேமிப்பானில் வரும் உச்ச மின்னழுத்தம் மிக அதிகம். அதைத் தாங்கக் கூடிய குழலையே நாம் உபயோகப்படுத்த வேண்டும். இது ஒரு முக்கிய நிபந்தனை ஆகும். மற்றும் பின் திரும்பல் மின்மாற்றியில் வரும் மின்னழுத்தங்களின் வீச்சு மிக அதிகம். மேலும் அவை அதிக அலைவெண்ணில் அமைந்தவை. ஆகவே, இந்த மின்மாற்றியைச் சுற்றும்பொழுது, இந்த மின்னழுத்தங்களுக்கான மின்காப்பைச் சுருள்களிடையேயும், வெளிவரும் இணைக்கும் கம்பிகளுக்கும் அளிக்கவேண்டும். கிடைத் திறன் பெருக்கியே அதிக மின்னழுத்தத்தையும் இயற்றுவதால் இந்த அலகு சரியாகப் பணி செய்யாவிடில் படத்தின் பொலிவே குறைந்து போய்விடும்; படத்தின் அகலம் அதிகரித்து விடும்.

6. ஒலிச் சுற்றுவழிகள்

படக் குறிப்புப் பகுப்பானிலிருந்து ஒலி இடை அலைவெண் குறிப்புகளைப்பிரிப்பதால் வரும் நன்மைகளை ஏற்கெனவே ஆராய்ந்துள்ளோம். இடை அலைவெண்ணின் மதிப்பு அமெரிக்க முறையில் 4·5 MHz, ஐரோப்பாவில் 5·5 MHz, ருஷ்யாவில் 6·5 MHz



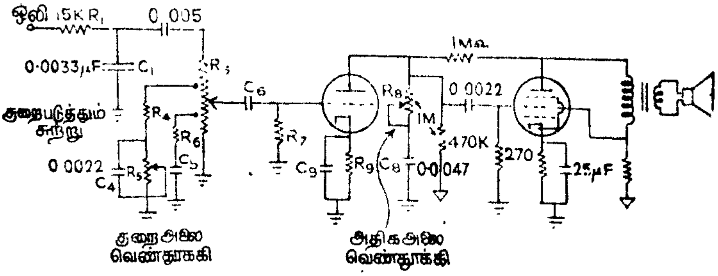
படம் 6—1.

ஒலிஇடை அலைவெண் சுற்றுவழிகள்

ஆகும். இது எவ்வளவாக இருப்பினும் இந்த அலைவெண்ணின் மதிப்பு, படக் குறிப்பு இடை அலைவெண்ணைவிட மிகக் குறைவு ஆகும். ஆகையால் நிலையான இடை அலைவெண் பண்பேற்ற மிகைப்பிகளை அமைக்க முடிகிறது. தொலைக் காட்சியில் அலைவெண் பண்பேற்ற முறையில் பட்டையகலம் 50KHz தான் வேண்டியிருக்கிறது. ஆனால் இடை அலைவெண் மிகைப்பிகள் 200KHz பட்டையகலத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் நுண். இசைவுக் சுருதி கூட்டுதலை மிகவும் சூட்சமமாக அமைக்க வேண்டியதில்லை. மேலும் உள்அலைப்பியின் சிறு சிறு மாறுதல்களுக்கும் இடமளிக்குமாறு ஒலிச் சுற்று வழி அமைகிறது.

படம் 1-ல் இடை அலைவெண் சுற்றுவழி காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இங்கு V_1 முதல் மின் மிகைப்பி, V_2 வரம்பிருத்தி மின் மிகைப்பி ஆகும். V_2 கட்டுப்பாட்டு வலையில் ஒரு சார்பு மின்ன

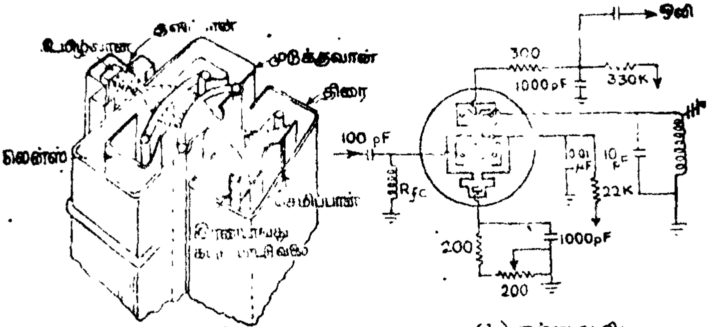
ழுத்தமில்லாமையால் அது வரம்பிருத்தியாகப் பயன்படுகிறது. V_2-ன் வெளியீட்டில் முச்சுருள் மின்மாற்றியமைந்துள்ளது. இது விகித பகுப்பான் அமைப்பு ஆகும் ; ஆகவே, இடை அலைவெண் அலையின் வீச்சு மாறுதலுக்கு வெளியீடு மாறுதலடையா வண்ணம் ஓரளவு பார்த்துக்கொள்கிறது. பகுப்பானில் R_1, C_2 வடிப்பான் இடை அலைவெண் மின்னழுத்தம் ஒலி வெளியீட்டில் வராமல் வடிகட்டுகிறது. அலைவெண் பண்பேற்ற முறையில் இரைச்சல் ஊர்தி அலையிலிருந்து மாறுபடும் அலைவெண் மாறுதலுக்கேற்றவாறு அதிகமாகும் என்று கண்டோம். இதனால் பண்பேற்றும் அலையின் அலைவெண் அதிகமானால் ஏற்பியில் அதனுடன் வரும் இரைச்சலும் அதிகமாகும். சாதாரணமாக, அதிக அலைவெண் ஒலிக் குறிப்புகளின் வீச்சு குறைவாக இருக்கும். ஆனால் அலைவெண் பண்பேற்ற முறையில் அவற்றுடன் வரும் இரைச்சல் அதிகமாக இருக்கும். ஆகவே பண்பேற்றும் முன்பு ஒலியின் அதிக அலைவெண் பாகங்களின் வீச்சை அலைவெண்ணுக்கு ஏற்றவாறு அதிகமாக்குகிறார்கள். இதனை மிகைப்படுத்தல் எனலாம். ஏற்பியில் விகித பகுப்பானுக்குப் பிறகு இந்த மிகைப்படுத்தப்பட்ட வீச்சுகளை முன்போலாக்க வேண்டும். இதனைக் குறைப்படுத்தல் என்று கூறலாம். குறைப்படுத்தும் பொழுது வீச்சு பழைய நிலையை அடைந்து விடுகிறது. ஆனால் வீச்சுடன் வரும் இரைச்சல் குறைக்கப்படுகிறது. இதனால் குறிப்பு இரைச்சல் விகிதம் அதிகமாகிறது. இதனை R_1 C_1 சுற்று செய்கிறது. R_3 சுவர



படம் 6—2.
கேளலைவெண் மிகைப்பிச் சுற்றுவழி

அலைவெண் ஈடு கட்டும் தடை ஆகும். இதனுள் பல நிலையான இணைகளும் மாறுபாடு இணையும் உண்டு. R_4, R_5, C_4 இணைப்புகள் குறை அலைவெண் மின்னழுத்த இலாபத்தை மாற்றும். C_4-ன் மறுப்பு, அலைவெண் குறையக் குறைய, அதிகமாவதால் மின்னழுத்த இலாபம் அதிகரிக்கிறது. R_6, C_5 தொடர் எதிர்ப்பும் இதே பணியாற்றுகிறது. ஒலியின் உரப்பு அதிகமாகும் பொழுது

செவியுணர் அலைவெண் பட்டை முழுவதும் நன்றாகக் கேட்கும். ஆனால் ஒலியின் உரப்பு குறையக் குறைய, குறை அலைவெண் அலைகள் செவிக்குக் கேட்பதில்லை. ஆகவே ஒலி நம் செவிக்கு இயற்கையாக அமைய, சுவர ஈடு கட்டும் மாறுபாட்டுத் தடை உபயோகப்படுகிறது.



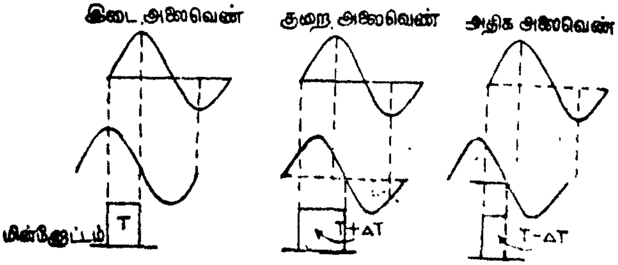
(a) அமைப்பு (b) சுற்று வழி

படம் 6—3.

கவாடக் கதிர்க் குழல்

விகித பகுப்பானுக்குப் பதில், வரம்பிருத்தி, பகுப்பான் ஆகியவைகளின் செய்கைகளை ஒரே குழலில் செய்யும் அமைப்பைப் பெறலாம். இதற்காக, கவாடக் கதிர்க் குழல்($6BN6$) உருவாக்கப் பட்டுள்ளது. இக் குழலின் அமைப்பும், சுற்று வழியும் படம் 3-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இங்கு உமிழ்வானிலிருந்து வரும் மின்னணுக்கள் ஒரு குறுகிய பட்டையாகக் குவிக்கப்படுகின்றன. இப் பட்டை [முடுக்குவான் இடுக்கு] முதல் கட்டுப்பாட்டு கம்பி வலை, திரை வலை, இரண்டாவது கட்டுப்பாட்டு வலை ஆகியவற்றின் வழியாகச் சேமிப்பானை வந்து அடைகிறது. முதல் வலைச் சேமிப்பான் மின்னோட்ட இணை இயல்பைக் கவனித்தால், வெட்டு மின்னழுத்தத்திலிருந்து சிறிதளவு முன்னோக்கு அழுத்தம் உண்டானதும் சேமிப்பான் மின்னோட்டம் தெவிட்டிய நிலை அடைவதைக் காணலாம். ஆகவே, முதல் வலையில் மாறு மின்னழுத்தம் உண்டாக்கினால், சேமிப்பானில் சதுரத் துடிப்பு மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. அதாவது எதிர்மின்னிக் கதிர், முழுக் கடப்பு, காப்பு ஆகிய இருநிலைகளுக்குள் அமைகிறது. இந்தப் பண்பேற்றமடைந்த எதிர்மின்னிக் கதிர், இரண்டாம் கட்டுப்பாட்டு வலையருகில் மின்னோட்ட மேகமுண்டாக்குகிறது. இம் மேகம் இரண்டாம் வலையில் மின்னேற்றமுண்டாக்குகிறது. இதனால் வரும் மின்னோட்டம் அச்சுற்றிலுள்ள தூண்டத்தில் பாய்ந்து மின்னழுத்த

முண்டாக்குகிறது. இம் மின்னழுத்தம் முதல் கட்டுப்பாட்டு வலை யின் மின்னழுத்தத்திற்கு 90° பாகை வேறுபாட்டுடன் அமையும் வகையில், இரண்டாம் வலையிலுள்ளச் சுற்றைச் சுருதி கூட்ட, அப்பொழுது இடை அலைவெண்ணில் சேமிப்பானில் கால் அலை



படம் 6—4.

நேரம் மின்னோட்டமுண்டாகும். இடை அலைவெண்ணுக்குக் குறைவான அலைவெண் வரும்பொழுது நிலை வேற்றுமை 90°-க்கும் குறையும். அப்பொழுது 1, 2 கட்டுப்பாட்டு வலைகளில் ஒரே சமயம் நேர் மின்னழுத்தமுண்டாகும். நேரம் கால் அலை நேரத்திற்கும் அதிகமாகும். அலைவெண், இடை அலைவெண்ணுக்கும் அதிக மானால் இவ்விரு அலைகளில் ஒரே நேரத்தில் நேர் மின்னழுத்த மிருக்கும். நேரம் கால் அலை நேரத்திற்கும் குறைவாகும். ஆகவே, வெளியீட்டில், துடிப்பு அகலப் பண்பேற்ற அலைகள் வெளிவரும். இவற்றை *R. C.* வடிப்பான் மூலம் பாய்ச்சி, வெளிவரும் கேளலைவு மின்னோட்டத்தைத் தடையில் பாய்ச்சி, ஒலி மின் னழுத்தம் உண்டாக்கிக் கொள்ளலாம்.

அலைவெண் பண்பேற்ற வானொலி ஏற்பிகளின் அமைப்பு கீழே கொடுக்கப்படும் பல காரணங்களால் வீச்சுப் பண்பேற்ற ஏற்பிகளின் அமைப்பில் மாறுபட்டிருக்கிறது. முதலில் பட்டை யகலம் அதிகமாக இருப்பதால் ஊர்தி அலைகளின் அலைவெண் குறுகிய அலை நீள அலைவெண் பட்டையில் அமைய வேண்டியிருக் கிறது. இவ்வலைவெண் பட்டையில் தடைகளின் இரைச்சல் மதிப்பு அதிகமாவதாலும், எதிர்மின்னி, கட்டுப்பாட்டு அலையை அடைய எடுக்கும் நேரம் அலை நேரத்திற்கு ஒப்பிடக்கூடியதாக அமைவ தாலும் இரைச்சல் அதிகமாகிறது. அகத்தடை, கடப்பு நேர விளைவுகளால் குறைகிறது. ஆகவே, அதிகப் பரிமாற்று இணைக் கடப்பி மதிப்புள்ள குழல்களை உபயோகப்படுத்தவேண்டும். ஏற்பியிலுள்ள சீரிசை அலைப்பியின் அலைவெண்ணும் ஊர்தி

அலைக்கேற்றவாறு அதிகமாகிறது. இதனால் இவ்வலைப்பியின் அலைவெண் மாற்றம் (வெப்பம், ஈரம், மின்நிரப்பி மாறுதல் ஆகியவைகளால் உண்டாவது) இடை அலைவெண் வெளியீட்டை வெகுவாகப் பாதிக்கக் கூடும். இதற்கென சில சிறப்பான தடுப்பு யுக்திகளைக் கையாள வேண்டியிருக்கிறது. இடை அலைவெண் சுற்றுவழிகள் அதிகப் பட்டை அகலத்துடனும், நல்ல ஓரத் தேர்வுடனும அமைய வேண்டும். ஆகவே இரண்டுக்கும் மேலாக இடை அலைவெண் மின் மிகைப்பி அலகுகளை அமைப்பதுடன் மாற்று அலைவெண் சுருதி கூட்டிய சுற்றுவழிகள், அதிக இணை ஒத்திசைவுச் சுற்றுகள், தனி ஒத்திசைவுச் சுற்று ஆகியவைகளைக் கலந்து அலகுகளை அமைக்கிறோம் பாகுபடுத்திகள் வீச்சு, அலைவெண் மாறுதல் ஆகியவைகளுக்கு நுண்ணுணர்வு உடையவையாக அமையும். ஆனால் நமக்கு அலைவெண் மாறுதல்களுக்கு ஏற்றவாறே வெளியீடு அமைய வேண்டும். அதற்காக ஒரு வரம்பிருத்தியை அலகு பாகுபடுத்திக்கு முன் அமைக்க வேண்டும். இவ்வரம்பிருத்தி ஓர் அதிக உள்ளீடமைந்த மின் மிகைப்பி அலகாகும். எதிர் வீச்சில் வெட்டு மின்னழுத்தத்தாலும், நேர் வீச்சில் கட்டுப்பாட்டு வலையின் மின்னோட்டம், குறைந்த மின்னழுத்தத்திலுள்ள சேமிப்பானில் அதிகச் சுமைத்தடை உபயோகிப்பதால் வரும் வரம்பிருத்தல் ஆகியவை உபயோகிப்பதாலும், உள்ளீடு ஒரு வீச்சுக்கு மேற்பட்டபொழுது வெளியீட்டின் வீச்சை ஒரே தெவிட்டிய நிலையில் அமையச் செய்வது வரம்பிருத்தலாகும்.

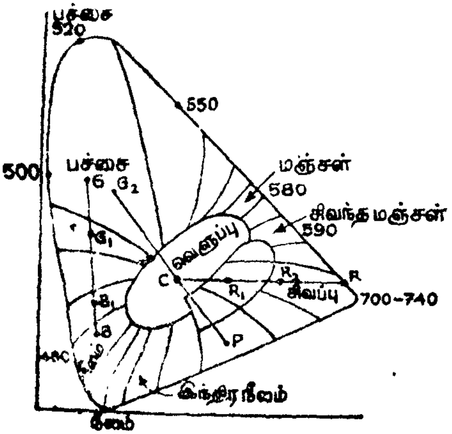
விகித பகுப்பான் முறையில் 0·2 விநாடி நேர்மாறிலி அமைப்பில் ஒரு கொண்மியை உபயோகிக்கிறோம். இது ஓரளவு வீச்சு மாறுபாட்டினால் வெளியீடு மாறுதல் உண்டாகாமல் தடுக்கிற து: கவாடக் கதிர்க் குழல், வரம்பிருத்தி, பாகுபடுத்தி ஆகியவைகளின் பணியை ஒரே குழலில் அமைக்க உதவுகிறது. வெளியீட்டு ஒலிக் குறிப்புகளில் வரும் இரைச்சலைக்குறைக்க, மிகைப்படுத்தல், குறைப் படுத்தல் முறைகளை உபயோகிக்கலாம் அலைவெண் பண் பேற்ற அலைகளின் ஏற்பியில் சரியாகச் சுருதி கூட்டவேண்டியது மிக அவசியமாகிறது. சிறிதளவு சுருதி மாற்றமும் வெளியீட்டில் வீச்சு உருக்குலைவு உண்டாக்கும். ஆகவே அலைவெண் பண் பேற்ற வானொலி ஏற்பியில் சுருதி காட்டும் கருவி கட்டாயம் அமைந்தாக வேண்டும் பாஸ்டர்-ஸீலி அமைப்புப் பாகுபடுத்தியை உபயோகித்து, ஆனால், வெளியீட்டில் ஒலி அலைகள் வாராதவாறு, சுமையின் நேர மாறிலியை அமைத்து விடலாம். இந்தப் பாகுபடுத்தியின் வெளியீட்டு நேர் மின்னழுத்தத்தைக் கொண்டு, சுருதி காட்டும் கருவியை இயங்கச் செய்யலாம்.

7. வண்ணத் தொலைக்காட்சி

சூரிய ஒளியை ஒரு முப்பட்டைக் கண்ணாடி மூலம் செலுத்தினால் ஒளிச்சிதறல் உண்டாகி வண்ணமாலை வெளிவருகிறது. இவ் வண்ணமாலையின் ஒருபுறம் சிவப்பு நிறமும், மறுபுறம் ஊதா நிறமும் அமைகின்றன. ஒரு படத்தின் வண்ணத்தை அளவிடும் பொழுது மூன்று சிறப்பியல்புகளைக்காணலாம். அவை, முறையே பொலிவு, வண்ணம், தெவிட்டிய அளவு ஆகும். இவற்றுள், பொலிவை ஒளிமானி மூலம் அளவிடலாம். சிவப்பு, நீலம், பச்சை ஆகியவை வண்ணங்களாகும். இவற்றுள் சிலவற்றை அலைநீளங்களின் மூலம் குறிப்பிடலாம். தெவிட்டிய அளவு வெண்மை நிறக் கலப்பைப் பொறுத்தது. வெண்மையற்ற வண்ணம் தெவிட்டிய நிலையில் அமையும். வெண்மை சேர்த்தால் நீர்த்த நிலை அடைந்து வரும். வெகு நாட்களாகவே வண்ண ஜாலங்களைச் சில அடிப்படை வண்ணங்களின் கலப்பு மூலம் அடைவதைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி நடந்து வந்திருக்கிறது. இவ்வாராய்ச்சியின் முடிவு என்னவென்றால், சிவப்பு, நீலம், பச்சை ஆகிய மூன்று வண்ணங்களைக் கொண்டு எல்லா வண்ணங்களையும் கலவை மூலம்அடையலாம் என்பதே ஆகும். இது கூட்டுக் கலவை முறை எனப்படும். நாம் படங்களுக்கு வண்ணம் தீட்டும்பொழுது உபயோகிக்கும் வண்ணங்கள் வெண்மை ஒளியிலிருந்து சில வண்ணங்களைக் கவர்ந்து மற்றவற்றைப் பிரதிபலிப்பதால் உண்டாகும் வண்ணங்கள் ஆகும்.அவைகளை முறையே கழிப்பு அல்லது கவரும் கலப்புகள் எனலாம்.இவற்றுள் நாம் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாகப் பல வண்ணங்களைத் தீட்டினால், அது கடைசியில் கருப்பாகவே காட்சியளிக்கும். மஞ்சள் மீது நீலம் பூசினால், பச்சை வருகிறது. அதாவது மஞ்சள் வெள்ளை ஒளியிலிருந்து நீல வண்ணத்தைக் கவர்கிறது. நீல வண்ணம் வெள்ளை ஒளியிலிருந்து சிவப்பைக் கவர்கிறது. ஆகவே இரண்டையும் சேர்த்து உபயோகிக்கும்பொழுது வெள்ளை ஒளியியிலிருந்து சிவப்பும் நீலமும் போனால் எஞ்சியது

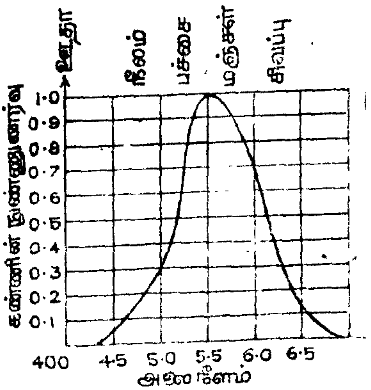
பச்சையே. ஆகவே வண்ணம் தீட்டும் முறை கொண்டு மேற் சொன்ன கூட்டுக் கலவை முறையை ஆராயக் கூடாது. வெள்ளைத் திரையில் இம் மூல ஒளி வட்டங்களையிட்டு அதன் கூட்டு வண்ணத்தை ஆராய வேண்டும்.

நம் கண்ணின் வண்ண நுண்ணுணர்வு நீலம், பச்சை, சிவப்பு ஆகியவைகளின் பாகங்களின் ஒருபடிச் சமன்பாடுடையதாக இருப்பதாகக் கொள்வோம். அப்பொழுது வண்ணப் படத்தின் இயல்புகளை இரண்டு பாகங்களாகப் பிரிக்கலாம். அவற்றுள் ஒன்று பொலிவு அல்லது ஒளி விளக்கம்; மற்றது வண்ண விளக்கம். ஒளி விளக்கம் ஒளித்திறனின் அளவாகும். படத்தின் ஒளி மனிதக் கண்ணின் இயல்புள்ள ஒரு வடிகட்டி மூலம் பாய்ச்சி, வெளிவரும் ஒளியின் கதிர்வீச்சு ஆற்றலின் அளவு ஆகும். இதில் வண்ண விவரங்கள் இல்லை. இதைக் கண்பார்வை அறியும் ஒளித் திறன் என்று கூறலாம். வண்ண விவரங்கள் வண்ணப் பெயரும் அதன் வெண்மைக் கலவை அளவும் ஆகும். வண்ணம் என்பது வண்ணமாலையில் உள்ள வண்ணங்களாயின். அலை நீளம் கொண்டு குறிப்பிடலாம். ஆனால் நீலச் சிவப்புக் கலவைகள் வண்ணமாலையில் வாரா. அவற்றை ஒரு தனி அலை நீளத்தால் குறிப்பிட முடியாது. படம் 1 வண்ணப்படத்தைக் குறிக்கிறது.



படம் 7—1

வண்ணப்படம்



படம் 7—2.

பார்வை ஒளி நுண்ணுணர்வு இயல்பு

இதில் இந்திர நீலம் அல்லது ஊதா 4000 ஆங்க்ஸ்ட்ராங் அலை நீளம் உள்ளது. நீலம், 4500-5000; பச்சை, 5000-5700; மஞ்சள்

5800; சிவப்பு 6200-7400 வரை அலை நீளம் உள்ளவை என்று எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஒரே ஆற்றலுள்ள வெவ்வேறு வண்ண ஒளிகள் கண்ணில் உண்டாக்கும் ஒளி உணர்வைப் படம் 2 சித்தரிக்கிறது. பச்சை, மஞ்சள் நிற ஒளிகள் கண்ணுக்கு அதிக உணர்வைத் தூண்டுகின்றன. ஒரே திறனுள்ள சிவப்பொளி கண்ணிற்கு மஞ்சள், பச்சை ஒளிகள் உண்டாக்கும் உணர்வில் 0·11 அளவே தூண்டுகிறது. அதேபோல் பச்சை 0·86 அளவும், நீலம் 0·05 அளவும் உணர்ச்சியூட்டுகின்றன.

படம் 1 ஐ ஆராய்வோம். இங்கு C என்று குறிப்பிடப்பட்டது வெள்ளை நிறத்தைக் குறிக்கும். வளைவு முக்கோணத்தின் பக்கங்கள் வண்ணத்தின் தெவிட்டிய நிலையைக் குறிக்கும். உதாரணமாக R என்பது தெவிட்டிய சிவப்பு வண்ணத்தைக் குறிக்கும். CR என்ற நேர்கோட்டில் R_1, R_2 என்ற இடங்கள் முறையே அதிக வெண்மை, குறைந்த வெண்மை கலந்த சிவப்பு வண்ணத்தைக் குறிக்கும். உதாரணமாக வெளிறிய ரோஜா, ரோஜா வண்ணங்கள் என்று முறையே கூறலாம். B என்ற நீர்த்த நீல வண்ணத்துடன் G என்கிற வெளிறிய பசுமை வண்ணத்தைக் கலக்கும்பொழுது முறையே B_1,G_1 ஆகிய வண்ணங்கள் கிடைக்கும். G_1, நீலப்பச்சை வண்ணத்தையும்; B_1, பசும் நீல வண்ணத்தையும் குறிக்கும். மேலும் G_2 என்கிற பச்சை வண்ணத்திலிருந்து C வழியே P என்கிற சிவப்பு ஊதாக் கலவையை அடையலாம். இதிலிருந்து சிவப்பு ஊதா வண்ணமும் பச்சையும் வெள்ளை நிரப்பு வண்ணங்கள் எனத் தெரிகிறது. அதாவது பச்சையையும் சிவப்பு ஊதா (வாடா மல்லி) வண்ணத்தையும் கலந்தால் வெள்ளை வண்ணமுண்டாகும். கனகாம்பர வண்ணமும் (மஞ்சட் சிவப்பு வண்ணமும்) நீலப் பச்சை (ஐஸ்கிரீம்) வண்ணமும் வெள்ளை நிரப்பு வண்ணங்கள் ஆகும்.

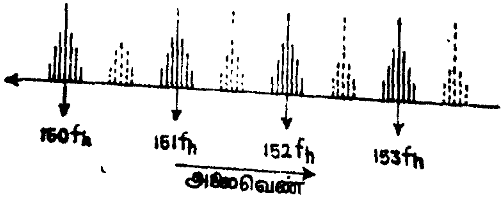
வண்ணப் படத்தை, இரு நிறங்காட்டும் கண்ணாடிகள் மூலம் நீல விவரம், பச்சை விவரம், சிவப்பு விவரம் என்று மூன்றாகப் பிரித்து, அப் பட பாகங்களை மூன்று படப் பெட்டிக் குழல்களில் குவித்து, முறையே படத்தின் நீலம், பச்சை, சிவப்பு படக்குறிப்புகளை அடையலாம். இவற்றை முறையே ஊர்திகளில் பண்பேற்றிப் பரப்பலாம். ஏற்பியில் வரும் ஊர்தி அலைகளை மின்மிகைப்பி மூலம் முறையே சிவப்பு, பச்சை, நீலக் குறிப்புகளாகப் பிரித்தெடுத்துப் பொருத்தி மறுபடியும் வண்ணப் படத்தை அடையலாம். ஆனால் இம் முறையில் வேண்டிய பட்டையகலம் ஒளிப்படக் குறிப்பின் பட்டையகலத்தின் மும்மடங்காகி விடும். இதனால் மக்கள் வண்ணப்படத்திற்கென்று தனியாக ஓர்ஏற்பியும்

தொலைக்காட்சிக்கென்று தனியாக ஓர் ஏற்பியும் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். மேலும் வண்ணத் தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சியைக் கருப்பு வெளுப்புப் பெட்டியுள்ளவர்கள் அனுபவிக்க முடியாது. ஆகவே, மேல் கூறிய முறை அனுபவ சாத்தியமற்றது. ஆகவே அமெரிக்க அரசாங்கம், வண்ணப்படத் தொலைக்காட்சி பண் பேற்றப் பரப்பு முறையில், (1) வண்ணப் படக் குறிப்புகள் ஒளிப் படத் தொலைக்காட்சிப் பெட்டியில் கருப்பு வெளுப்பு விவரங் களுடன் படமாகப் பார்க்கமுடிய வேண்டும்; (2) வண்ணத் தொலைக் காட்சிப் பெட்டியிலும் ஒளித்தொலைக் குறிப்புகள் கருப்பு வெண்மை மட்டுமுள்ள படமாகப் பார்க்க முடிய வேண்டும். இதற்கு ஒத்துப் போகும் தன்மை என்பது பெயர். மேலும் வண்ணத் தொலைக்காட்சிக் குறிப்புகளின் பட்டையகலமும் சாதாரண பொலிவுத் தொலைக்காட்சியின் பட்டையகல அளவே இருக்கவேண்டும், என்று நிச்சயித்தார்கள். இதனால் வண்ணப் பட ஆராய்ச்சி மேலும் தீவிரமாக்கப்பட்டது.

கண்பார்வையில் கண்ணானது பொலிவு மாற்றங்களுக்கு அதிக உணர்வுள்ளதாக இருக்கிறது; வண்ண மாற்றங்களுக்கு அவ்வளவு உணர்வுள்ளதாக இல்லை என்பது ஆராய்ச்சியில் கண்ட முதல் முடிவு. இரண்டாவதாக கண் சிறுவிவரங்களின் பொலிவு மாற்றத்தையே அறிகிறது; வண்ண மாற்றத்தை அறிவ தில்லை. இதனால் வண்ண விவரங்களுக்கு அவ்வளவு பட்டைய கலம் தேவையில்லை என்பது தெரிகிறது. நடு அளவு விவரங் களைக் கனகாம்பர, ஐஸ்கிரீம் வண்ணக் கலவைகளைக் கொண்டு பொருத்தமேற்படுத்தலாம். பொலிவு குறையக் குறைய, பச்சை, வாடாமல்லி நிறங்கள் மா நிறமெய்துகின்றன; மஞ்சள், வெண் மையாகி விடுகிறது. ஆனால் கனகாம்பர (ஆரஞ்சு), ஐஸ்கிரீம் (நீலப் பச்சை) வண்ணங்கள் அவைகளின் வண்ணத் தன்மையை அவ்வளவு எளிதில் விட்டு கருப்பு வெளுப்புத் தன்மையை அடை வதில்லை. ஆகவே, படத்தில் பெரிய அளவில் எல்லா வண்ணங் களும் தெளிவாக இருக்கின்றன. அதாவது அவைகளை மூன்று மூல வண்ணங்களின் கலவை மூலம் காட்டியாக வேண்டும். நடுத்தர பாக வண்ண மாறுதல்களைக் கனகாம்பரம், நீலப்பச்சை ஆகிய இரு வண்ணக் கலவைகள் மூலம் காட்டிவிடலாம். சில வண்ணங்கள் இல்லாதிருப்பது கண்ணுக்குத் தெரிவதில்லை. மிகச் சிறு பாகங்களில் பொலிவு மாறுதல் மட்டும் காட்டினால் போது மானது. இச்சிறு விவரங்களில், கண், வண்ண மாறுதல்களைக் காணமுடிவதில்லை; பொலிவு மாறுதல்களையே உணர்கிறது. ஆகவே 500 KHz பட்டையில் மூவர்ண விவரமும்; 1-5 MHz பட்டையகலத்தில் இரு வண்ண விவரமும்; 4 MHz பட்டை

யகலத்தில் பொலிவு விவரமும் அனுப்பினால் போதுமானது என்பது ஆராய்ச்சி மூலம் கண்டறிந்த முடிவுகள் ஆகும்.

ஆகவே படத்தின் பொலிவுக் குறிப்புகளை 4 MHz பட்டையகலத்தில் அனுப்பினால் இப் பொலிவுக் குறிப்புகள் வெறும் பொலிவுத் தொலைக்காட்சிப் பெட்டியில் கருப்பு வெண்மைப் படமாக அமைந்துவிடும். ஆகவே ஒரு தலை ஒத்துப் போகும் தன்மை அமைந்துவிடுகிறது. இப்பொழுது வண்ண விவரங்களையும் இந்த 4 MHz பட்டை அகலத்திற்குள் அடக்க வேண்டும். இதற்கு என்ன வழி என்று பார்ப்போம். இப்பொழுது பொலிவுப் படக் குறிப்பை ஆராயலாம். படம் விநாடிக்கு 25 அல்லது 30 முறை ஆராயப்படுகிறது. ஒவ்வொரு படமும் வரி வரியாக ஆராயப்படுகிறது. படச் சைகையில் வரி அலைவெண்ணில் ஒரு தடை; உச்ச அலைவெண்ணில் ஒரு தடை உண்டாகின்றன. ஆகவே ஃபோரியர் விதிப்படி வரி அலைவெண், அதன் முழு எண் பெருக்க இணைக்க அலைவெண்கள் ஆகியவை பட அலை வெண் மாறுதலில் பக்க அலைவெண்களுடன் கூடியனவாக அமைய வேண்டும். பொலிவுப் படக் குறிப்பை அடுக்குச் சுவர

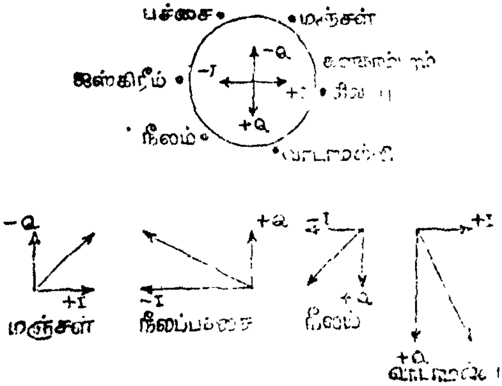


படம் 7—3.

பொலிவுக் குறிப்புகளின் ஆற்றல் குவியல்கள்

ஆய்வு மூலம் பார்த்தால் 3-ம் படத்தில் காட்டியது போல் வரி அலைவெண் அடுக்குச் சுவரங்களில் கொத்துக் கொத்தாக ஆற்றல் அடங்கியுள்ளதைக் காணலாம். இந்த அடுக்குச் சுவரங்கள் இடையே மின் ஆற்றல் ஏதும் அற்றிருக்கின்றன. ஆகவே வண்ண விவரங்களைப் பட்டையகலத்திலுள்ள இந்தக் காலியிடங்களில் பொருத்தி விடலாம். இதனால் பட்டையகலம் அதிகப்படுவதில்லை. வண்ண உப ஊர்தியை வரி அலை வெண்ணின் பாதியின் ஒற்றைப் படைப் பெருக்க எண்ணாக அமைத்துக் கொண்டு, வண்ண விவரங்களை அதன் மேல் பண்பேற்றினால் அதன் மின் ஆற்றல் கொத்துகள் வண்ண உப ஊர்தியின் இரு மருங்கிலும் வரி அலைவெண்ணின் அடுக்குச்

சுவரங்களில் அமையும். ஆகவே அவை படம் 3-ல் உடைந்த வரிகளில் காட்டப்பட்டுள்ளது போல், பொலிவுக் கோத்துகளின் இடையில் அழகாக அமைந்துவிடும். ஆனால் நாம் வண்ண விவரம், தெவிட்டிய நிலை ஆகிய இரண்டு விவரங்களையும் அனுப்ப வேண்டும். இவ் விவரங்களை முறையே நிலைப் பண்-



படம் 7—4.

வண்ண வளையமும், இரு உப ஊர்திகள் மூலம் அவைகளை அடையும் முறையும்

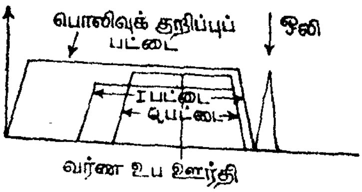
பேற்றம், வீச்சுப் பண்பேற்றம் மூலம் அனுப்புகிறோம். வீச்சு தெவிட்டிய அல்லது நீர்த்த அமைப்பைக் குறிக்கிறது வீச்சில்லையானால் வண்ணப் படம் இல்லை என்பது பொருள். நிலை வேறுபாடு வண்ண விவரத்தைக் குறிக்கிறது. இதற்காக உப ஊர்தி அலைவெண்ணில் ஒன்றுக்கொன்று 90° பாகை வேறுபாடுடைய இரு ஊர்திகளை எடுத்துக் கொள்கிறோம். ஒன்றை, கனகாம்பர, நீலப்பச்சை வண்ணங்களுக்கு ஏற்றவாறு வீச்சுப் பண்பேற்றம் உண்டாக்குகிறோம். இதற்கு நீலம், பச்சை, சிவப்பு படப் பெட்டிக் குழல்களின் வெளியீட்டு மின்னழுத்தங்களைக் கலக்கிறோம். இந்தக் குறிப்பை I என்று அழைப்போம்.

$$I = \overset{(0{\cdot}60)}{a}\ V_R + \overset{(-\,0{\cdot}28)}{b}\ V_G + \overset{(-\,0{\cdot}32)}{c}\ V_B.$$

இதில் V_R, V_G, V_B முறையே சிவப்பு, பச்சை, நீலப் படப் பெட்டிக் குழல்களின் வெளியீட்டு மின்னழுத்தங்கள். அதே போல் மற்றோர் உப ஊர்தியை வாடாமல்லி, மஞ்சள், பச்சை

நிறங்களுக்கேற்றவாறு வீச்சுப் பண்பேற்றம் உண்டாக்குவோம். இதனை Q என்று அழைப்போம்.

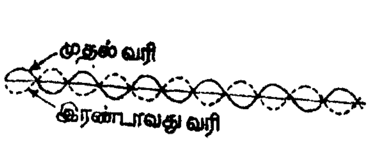
$Q = \overset{(0{\cdot}21)}{d}\ V_R + \overset{(-0{\cdot}52)}{e}\ V_G + \overset{(0{\cdot}31)}{f}\ V_B$. இதில் முன் கூறியது போல் I-ன் பட்டையகலம்: 1·5 MHz. Q-ன் பட்டையகலம் 600 KHz. நாம் V_R, V_G, V_B ஆகிய மின்னழுத்தங்களைத் தனித் தனியாகக் கொண்டிருப்பதால், இவைகளிலிருந்து பொலிவுக் குறிப்பையும் அடைய வேண்டும். இதனை Y என்று அழைத்தால், $Y = 0{\cdot}3\ V_R + 0{\cdot}59\ V_G + 0{\cdot}11\ V_B$ ஆகவே, I, Q சைகைகளால் உப ஊர்தியைப் பண்பேற்றி, பண்பேற்றிய வண்ணக் குறிப்புகளைப் பொலிவுக் குறிப்புடன் கலந்து, இம் மொத்தக் குறிப்பைக் கொண்டு படக்குறிப்பு ஊர்தியைப் பண்பேற்ற வேண்டும். படம் 5-ல் இப் பட்டைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 7—5.

பட்டையகலங்கள்

வண்ணக் குறிப்புகள் பொலிவுக் குறிப்புடன் சேர்ந்து வருவதால் படப் பொலிவு மாறுபடுமோ என்று ஐயமுண்டாகலாம். இது ஏற்படாது. ஏனென்றால் வண்ண உப ஊர்தியின் அலைவெண் வரி அலைவெண்ணின் பாதியின் ஒற்றைப்படைப் பெருக்க எண்ணாக அமைகிறது. ஆகவே இவ்வுப ஊர்தி ஒரு வரியில் (படம் 6 ஐப் பார்க்கவும்) வரும் நிலைக்கு, எதிர் மின்னிக் கதிர்

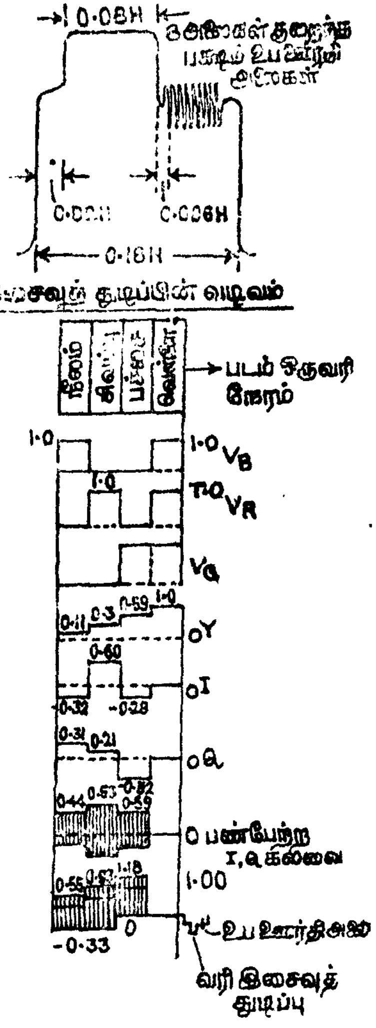


படம் 7—6.

உப ஊர்தியினால் பொலிவு மாற்றம்

மறுபடியும் அதே வரிக்கு வரும்பொழுது உண்டாகும் வண்ண உப ஊர்தியின் நிலை நேர்மாறாக அமைவதால் ஒன்றையொன்று அழித்துக் கொள்ளும். மொத்தத்தில் படத்தின் பொலிவு சிறிது

கூடும். இதைப் படக் குழலின் பொலிவுக் கட்டுப்பாடு மூலம் சரி கட்டி விடலாம். மேலும் ஒலி இடை அலைவெண் வரி அலைவெண்ணின் முழுப் பெருக்க எண்ணாக அமைகிறது. இதனால்

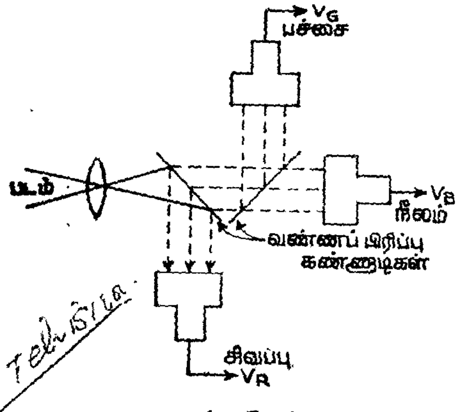


படம் 7—7.

வண்ணப் பட்டையின் படச் சைகைகள்

அலைவெண்களைச் சிறிது மாற்ற வேண்டியிருக்கிறது. உதாரணமாக அமெரிக்க முறையில் இடை அலைவெண் 4·5 MHz. வரி

அலைவெண் அதை 15,750-க்கு அருகில் அமைய, அதை 4·5 MHz-ன் 286-ல் ஒரு பாகமாக அமைக்கிறோம். இந்த வரி அலைவெண்ணின் பாதியின் 455 மடங்காக வண்ண உப ஊர்தியின் அலைவெண்ணை எடுத்துக் கொள்கிறோம். வானொலி வண்ணத் தொலைக் காட்சி ஏற்பியில், பரப்பி உப ஊர்தியுடன், ஏற்பியின் உப ஊர்தி இசைவுப் பொருத்தம் அமைய வேண்டியது அவசியம். ஏனென்றால் வண்ண விவரமே உப ஊர்தியின் நிலையைப் பொருத்து அமைந்துள்ளது. இவ்விரண்டு உப ஊர்திகளுக்கு 5°-க்கு மேல் நிலை வேறுபாடு உண்டானால் வண்ணங்கள் தாறுமாறாக வந்து விடும். ஆகவே பரப்பியிலிருந்து இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்புகளுடன் உப ஊர்தியின் 8 — 10 அலை நொடிச் சுழல் நிகழ்ச்சிகள் அனுப்பப்படுகின்றன. இது வரி இணைக்கப் பொருத்தத் துடிப்பின் பின் மேடையில் அமைகிறது. உதாரணமாக, ஒரு வண்ணப் பட்டையின் மொத்தப் படக் குறிப்பை ஆராய்வோம். படம் 8-ல் வண்ணப் பிரிப்பு முறை காட்டப்பட்டுள்ளது. படத்தை முழு வெண்மையாக வைத்து மூன்று படப் பெட்டிக் குழல்களின் வெளியீட்டில் ஒரே அளவு மின்னழுத்தம்



படம் 7—8.

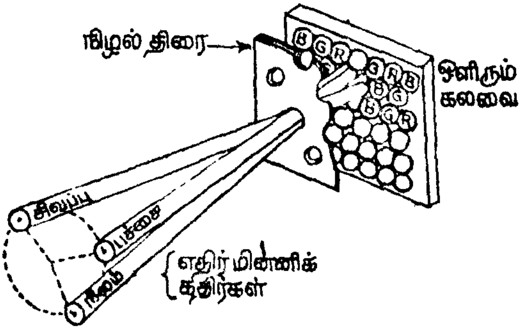
வண்ணப் பிரிப்பு முறை

வருமாறு முதலில் சரி கட்ட வேண்டும். இது செய்த பின் நீலம், சிவப்பு, பச்சை, வெண்மை ஆன செங்குத்துப் பட்டைகள் உள்ள படத்தை ஆராய்வோம். நீலமும் வெண்மையும் நீலப் படப் பெட்டிக் குழலிலும், சிவப்பும் வெண்மையும் சிவப்புப் படப் பெட்டிக் குழலிலும், பச்சையும் வெண்மையும் பச்சைப் படப் பெட்டிக் குழலிலும் மின்னழுத்தம் உண்டாக்கும். இவ்

வழுத்தங்கள் படம் 7-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இப்பொழுது V_R, V_G, V_B ஆகிய மின்னழுத்தங்களைக் கொண்டு, Y, I, Q ஆகிய குறிப்புகளை அடைய வேண்டும். இங்கு வெறும் மாறுபாடு தடையை மட்டும் உபயோகிக்க முடியாது. ஏனெனில் எதிர் மின்சார மதிப்புகளும் வருகின்றன. ஆகவே ஒரு மின்மிகைப்பியை உபயோகித்தால் அது நேர்மின்சாரத்தை எதிர்மின்சாரமாக்கிவிடும். ஆகவே, இம்மாதிரி உபாயங்களைக் கையாண்டு, Y, I Q குறிப்புகளைப் பெறலாம். பிறகு I, Q குறிப்புகளால் வண்ண உப ஊர்தியைப் பண்பேற்ற வேண்டும்; பிறகு பண்பேற்றப்பட்ட ஊர்தி பாகங்களைச் சேர்க்க வேண்டும் உதாரணமாக நீலம், I சைகையில் — 0·32-ம், Q சைகையில் + 0·31-ம் கொடுக்கிறது. பண்பேற்றிய உப ஊர்திகள் ஒன்றுக்கொன்று 90° பாகை வேற்றுமை உடையவை ஆதலின் உப ஊர்தியின் விளைவு வீச்சு $\sqrt{0{\cdot}31^2 + 0{\cdot}32^2} = 0{\cdot}44$. இம்மாதிரி மற்ற வண்ணங்களுக்கும் உப ஊர்தியின் வீச்சுகளைக் கணக்கிடலாம். கலந்த படக் குறிப்பில் Y உடன் உப ஊர்தியைச் சேர்க்கிறோம். ஆகவே, நீலம் 0·11 நேர்மின்சார நிலைமேல் 0·44 வீச்சுள்ள உப ஊர்தி அலை வருகிறது. ஆகவே, வீச்சு 0·55-லிருந்து — 0·33 வரை அமைகிறது. எதிர்ப்புறம் அதிக வீச்சு வருகிறதே என்று அஞ்சவேண்டுவதில்லை. ஏனென்றால் சாதாரணப் படங்களில் தெவிட்டிய நிலையில் வண்ணங்கள் அமைவதில்லை. அவ்வாறமைந்தாலும் பார்ப்பதற்கு அழகாக இரா. ஆகவே, எதிர்ப்புற வீச்சு இணைக்கத் துடிப்பென மாறுாட்டம் உண்டாக வாய்ப்பு நடைமுறையில் ஏற்படாது.

ஆகவே, மேற்கூறிய முறைப்படி வண்ணத் தொலைக்காட்சிப் படக் குறிப்புகள் சாதாரணத் தொலைக்காட்சிப் படக் குறிப்பில் பட்டையகலத்துள்ளேயே அடங்குகின்றன என்பதையும், வண்ணப் படக் குறிப்பைச் சாதாரண தொலைக்காட்சிப் படச் சுழலில் பார்க்கும்பொழுது வண்ண உப ஊர்தியால் யாதொரு இடையூறும் உண்டாவதில்லை என்பதையும் பார்த்தோம். இப்பொழுது வண்ணக் காட்சிப் படக்குழல் எப்படி அமைகிறது என்று பார்ப்போம். வண்ணக் காட்சிப் படக் குழலின் ஒளிரும் கலவைக்குப் பதில் ஒவ்வொரு பட அணுவும் மூன்று புள்ளிகளாலனதாக அமைகிறது. அவை எதிர் மின்னி மோதலில் முறையே சிவப்பு, பச்சை, நீல ஒளிகளை விடுகின்றன. மூன்றும் ஒளிரும் பொழுது இவ்வொளிகளின் கலவை நமக்கு வெண்மையாகத் தெரிகிறது. படக் குழலுள் மூன்று எதிர் மின்னித் துப்பாக்கிகள் உள்ளன. ஒளிரும் திரைக்கு முன் அநேக துளைகள்

உள்ள ஒரு நிழல் மூடி அமைகிறது. துப்பாக்கிகளும் இம் மூடியும் மிக அழகாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் சிவப்புத் துப்பாக்கியிலிருந்து வரும் எதிர்மின்னிகள் இந்நிழல் மூடியின் துளைகள் வழியாகப் பாய்ந்து சிவப்புப் புள்ளிகள் மீது தான் விழும். அதே போல் பச்சைத் துப்பாக்கியின் எதிர் மின்னிகள் பச்சைப் புள்ளிகள் மீதும், நீலத் துப்பாக்கியின் எதிர் மின்னிகள் நீலப்புள்ளிகள் மீதும் விழும். ஆகவே இத் துப்பாக்கிகளின் எதிர்மின்னிக் கதிர்ச் செறிவைப் பொருத்து, வண்ணங்கள் வெளிவரும். ஆனால் எதிர்மின்னிகளின் ஒரு பாகமே ஒளிரும் திரையை அடைகிறது. மற்றவை நிழல் மூடியில் தங்கி விடுகின்றன. ஆகவே, கருப்பு வெண்மைப் படக்குழலின் பொலிவை இங்கு அடைய முடுக்கு மின்முனையின் மின்னழுத்தம் 50 KV ஆக இருக்கவேண்டும்.

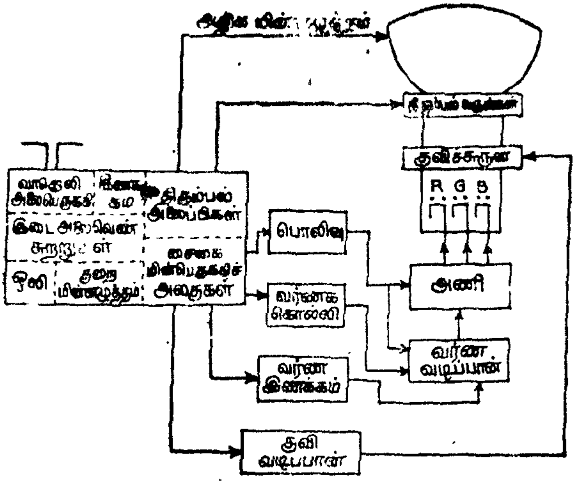


படம் 7—9

நிழல் திரைக்குழாய்.

இப்பொழுது *Y*, *I*, *Q* என்று வரும் படக் குறிப்புகளை V_R V_B, V_G என்று மறுபடியும் பிரித்துக்கொள்ள வேண்டும். *Y* நேராகவே பகுப்பானிலிருந்து வந்துவிடுகிறது. *I*, *Q* குறிப்புகள் உப ஊர்தியில் பண்பேற்றமடைந்துள்ளன. ஆகவே, இவற்றைப் பண்பிறக்கிய பிறகே பெறமுடியும். இதனால் வண்ணத் தொலைக்காட்சி ஏற்பியில் சில அதிகமான மின் அலகுகள் அமைந்துள்ளன. இப்பொழுது அவற்றை ஆராய்வோம். பொலிவுச் சுற்று வழிகளில் *Y*,*I*,*Q* ஆகிய மூன்று குறிப்புகளும் மிகைப்பு அடைகின்றன. அங்கிருந்து, பட்டை கடப்பு வடிப்பான்கள் மூலம் உப ஊர்த்திப்பண்பேற்றக்குறிப்புகள் பிரிக்கப்பட்டு வண்ண மின்மிகைப்பியை அடைகின்றன. ஒரு பிடிப்பான் சுற்றின் மூலம் மின்மேடையிலுள்ள 8 அலை ஊர்தி அலை, ஒத்திசைவுச் சுற்று வழியின் மூலம் பிரிக்கப்பட்டு மின்பெருக்கமடைகிறது. வண்ணத் தொலைக்காட்சி

வரும்பொழுதுதான் இவ்வூர்தி அலைகள் வரும் கருப்பு வெண்மைப் படக் குறிப்பில் வாராது. ஆகவே இவ்வலைகள் வாராத நேரத்தில் வண்ண வடிகால் அலகுகளை வெட்டுமின்னழுத்தமடைந்து செயலற்று விடச் செய்வோம். இதற்கு வண்ணக் கொல்லிச் சுற்றுவழி அமைகிறது. பரப்பியில் உப ஊர்தி அடக்கப்பட்ட இரு பக்கப் பட்டை பண்பேற்ற அலைகளே அனுப்பப்படுகின்றன. ஆகவே, ஏற்பியில் I, Q குறிப்புகளைத்திரும்பப்பெற சரியான நிலை இணக்கமுள்ள உப ஊர்தியை நாம் பகுப்பானில் கொடுக்கவேண்டும். அதற்கு வண்ண ஒத்து இசைவுச் சுற்றுவழியில் வரும் குறிப்பீட்டு ஊர்தி கொண்டு வண்ணச் சுற்று வழியிலுள்ள உப ஊர்தி அலைப்பியின் அலைவெண், நிலை ஆகியவைகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறோம். வண்ண ஒத்து இசைவுச் சுற்றுவழியில் வரும் உப ஊர்தி அலையின் வீச்சைக் கொண்டு வண்ண மின்மிகைப்பிச் சுற்றுகளின் மின்னழுத்த இலாபத்தையும் கட்டுப்படுத்துகிறோம். பகுப்பான் வெளியீட்டில் வரும் I, Q, பொலிவுக் குறிப்பு Y ஆகியவைகளை ஓர் அணியில் பாய்ச்சி, $R - Y$, $B - Y$, $G - Y$ ஆகிய மின்னழுத்தங்களைப் பெறலாம். இக் குறிப்புகளை முறையே சிவப்பு, நீலம் பச்சை எதிர்மின்னித் துப்பாக்கிகளின் கட்டுப்பாட்டு மின்வாயில்



படம் 7—10.

வண்ணத் தொலைக்காட்சி ஏற்பியின் செவ்வகப் படம்

அளிக்கிறோம். இத் துப்பாக்கிகளின் உமிழ்வான் ஒன்றாகச் சேர்க்கப்பட்டு Y குறிப்பு அளிக்கப்படுகிறது. குவிச் சுருள்களைப் பற்றிச் சில விஷயங்களைக் கவனிப்போம். வரித் திரும்பல் மின்-

குறிப்புக்கு ஏற்றவாறு மூன்று துப்பாக்கிகளிலிருந்தும் எதிர் மின்னிக் கதிர்கள் பாய்ந்து நிழல் மூடி மூலம் திரையை அடைய வரும். ஆனால் அந்தந்தத் துப்பாக்கி எதிர் மின்னிகள் சரியான புள்ளிகளின் மீது விழ வேண்டும். திரை நடுவில் சரியாக அமைந்தால் ஓரங்களில் சரியாக வராமல் இருக்கலாம். இக் குறையைப் போக்க, இடை அலைவெண்ணிலும், உச்ச அலைவெண்ணிலும், அந்தந்தத் திரும்பல் அலைப்பிகளிலிருந்தும் பரவலைவுக் குறிப்புகள் மாறுபாட்டுத் தடைகள் மூலம் குவிச்சுருளுக்கு வருகின்றன. ஒவ்வொரு துப்பாக்கிக்கும் மேல் ஓரம், கீழ் ஓரம், இடப் பக்கம், வலப் பக்கம் என்றபடி நான்கு சரிகட்டும் மாறுபாட்டுத் தடைகள் உண்டு. இவ்வாறு 12 மாறுபாட்டுத் தடைகளையும், முதலில் திருப்பி சிவப்புத் துப்பாக்கிக்குச் சிவப்புப் படம் என்றமுறையில் முதலில் சரிபார்க்கவேண்டும். இதற்கு எனக் குவிச் சுருள்கள் அமைந்துள்ளன.

குறிப்புப் புத்தகங்கள் :

1. Bernard Grob.: 'Basic Telvesion'-McGraw Hill Kogakusha Ltd-1964.

2. Milton. S. Kiver.: 'Television Simplified'-Afiliated East West Press Ltd. 1971.

3. தொலைக்காட்சி ஏற்பி சீர்படுத்தல்

தொலைக்காட்சி ஏற்பிகள் பலவகை வெளிப் பெட்டிகள் அமைப்பில் வருகின்றன. வீட்டில் ஒருபுறம் வைக்கப்படும் பெரிய பெட்டி அமைப்பு, மேசை அமைப்பு, கையில் எடுத்துச் செல்லக்கூடிய வகையில் சிறிய அமைப்பு ஆகியவை இவற்றுள் சில. பொதுவாக, சுற்றுவழிகள் ஒரே மாதிரி அமைந்து இருக்கும் படக் குழல், ஒலிப்பெருக்கி ஆகியவைகளின் அமைப்புகளில் வேற்றுமை இருக்கும். 12" குறுக்களவு முதல் 23" குறுக்களவு வரை படக்குழல்கள் இருக்கின்றன. படக்குழல் அளவுகளுக்கு ஏற்றவாறு அதிக உச்ச மின்னழுத்தம் மாறுபாடடையும்.

ஏற்பியின் செயல்படு கட்டுப்பாடுகள் : பொதுவாக, ஏற்பியில் பல கட்டுப்பாட்டுத் தடைகளோ, கொண்மிகளோ இருப்பினும், ஒரு சிலவே, அடிக்கடி உபயோகிப்பவர்கள் கையாளுவனவாக இருக்கும். இவற்றுள், ஏற்பியை ஏற்றி அலைக்கும் இணைப்பி, ஒளிக் கட்டுப்பாடு, ஒலிக் கட்டுப்பாடு, நுண்ணிய அலைவுத் திருத்தக் கட்டுப்பாடு, ஒளி வேற்றுமைக் கட்டுப்பாடு ஆகியவை முக்கியமானவை. இணைக் கட்டுப்பாடுகள், படம் மேலிருந்து கீழே ஓடாமல் நிறுத்தும் செங்குத்து நிறுத்தக் கட்டுப்பாடு, கிடை நிறுத்தக் கட்டுப்பாடு ஆகியவை வேறு சிலவாம். சில ஏற்பிகளில் இவைகள் உபயோகிப்பவர் கையாளும் வகையில் வெளியில் இருக்கும். மற்றக் கட்டுப்பாடுகள் கைதேர்ந்த நிபுணர்கள் கையாளும் வகையில் பெட்டியினுள் இருக்கும். இவை, முறையே, செங்குத்து, இடமிருந்து வலம், மையமாக்குதல், நேர்மைப்படுத்தல், அளவு படக்குழல் முக முழுவதும் அமையும்படி செய்தல் ஆகியவை ஆகும். சாதாரணமாக, இவைகளை நாம் எப்பொழுதாவது ஒரு முறை சரி செய்யவேண்டியிருக்கும். இதே வகையில் தானியல் மிகைப்புக் கட்டுப்பாடு, குவிதல் சீரமைப்பு ஆகியவைகளையும் சேர்த்துக்கொள்ளலாம்.

உதாரணமாக, சில நிலைச் சீரமைப்புகளைப் பற்றி ஆராய்வோம். படப் பெட்டியைக் கவனித்தால், அதில் பின் மூடியைக் கழற்றினால் திறன் வடமும் கழன்று வந்துவிடுவது தெரியும். பெட்டியின் கீழே உள்ள மறைகளைக் கழற்றிய உடன் அடிமணைப் படக் குழல் மற்றச் சுற்றுவழிகளுடன் வெளியே வந்துவிடும் (இதற்கு நாம் சில கட்டுப்பாடுகளின்மேல் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் காப்பி வளையங்களைக் கழற்றிவிட வேண்டும்!). பிறகு படக் குழலின் முகம் முன்புறம் இருப்பதால் அதன்முன் ஒரு நிலைக் கண்ணாடி வைத்துக்கொண்டு பின்னால் இருக்கும் சுற்றுவழிகளையோ, அல்லது கட்டுப்பாடுகளையோ சீரமைக்க வேண்டும். குறையணுத் தடுப்பி இருக்குமாயின், திறன் வடம் இணைத்து, பெட்டியை ஏற்றி படத்தின் ஒளி அதிகமாகும் வரை, இந்தக் குறையணுத் தடுப்பிக் காந்தத்தை முன்னும் பின்னும் படக் குழலின் கழுத்தில் அசைத்து, சீரமைக்க வேண்டும்.

சாய்ந்த படம் : குறிப்பு இல்லாத நேரத்தில் படக்குழல் முகத்தில் இணைகோடுகளாலான வரிப்படம் புலப்படும். இக் கோடுகள் கிடைக்கோடுகளாக அமையவேண்டும். இவை சாய்ந்திருப்பின் படமும் சாய்ந்து வரும். இதற்குக் கிடை, செங்குத்து விலக்குச் சுருள்கள் அமைந்த இணைப்புச் சட்டத்தைச் சிறிதளவு சுற்றி நேராக்கலாம். இவ்விணைப்புச் சட்டம் விலகாமலிருக்க தருகப்பட்டிருக்கும் முடுக்கியைச் சிறிது தளர்த்தி, நேர் வரிப் படம் அமைய, சிறிது சுற்றி, பிறகு முடுக்கிவிட வேண்டும். இணைப்புச் சட்டத்தை எவ்வளவு தூரம் படக்குழலின் கழுத்தில் அகலமாகும் பாகத்தின் மேல் பொருத்த முடியுமோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு முகத்தின் ஓரங்கள் எல்லாம் வரிப்படத்தால் நிரப்பப்படும். இணைப்புச் சட்டத்தில் மெத்தைக் காந்தங்கள் செருகி உள்ளன. அவைகளைக் கொண்டு வரிப் படத்தின் ஓரங்களை நேர் கோடுகளாக அமைக்க வேண்டும்

வரிப்படம் படக்குழல் முகத்தில் மையமாக அமையவில்லையென்றால் காந்த மையமாக்கும் வளையத்தைச் சீரமைத்து, படத்தை மையமாக்கலாம். சில ஏற்பிகளில் பின்புறம் மின் மையப்படுத்தும் கட்டுப்பாடுகள் உள்ளன. அவற்றின் மூலம் விலக்குச் சுருள்களில் பாயும் நேர்மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தி வரிப்படத்தை மையப்படுத்தலாம்.

எதிர்மின்னிக் கதிர்களைக் குவிக்கக் காந்தச் சுருள்கள் அல்லது நிலை காந்தம் உபயோகப்படுகிறது. நிலை காந்தமிருக்குமானால் காந்தப் புலனை மாற்ற ஒரு வட்ட வளையம் இருக்கு

இந்த வளையத்தைச் சுற்றியோ, அல்லது நிலை காந்தத்தைப் படக்குழலின் கழுத்தில் முன்புறம் அல்லது பின்புறம் நகர்த்தியோ கதிர்களைக் கூராகக் குவிக்கலாம் மின்காந்தச் சுருள் இருந்தால் அதில் செல்லும் நேர்மின்னோட்டத்தை மாற்றிக் கதிர்களைக் குவிக்கலாம் ; மெல்லிய ஆனால் பளபளப்பான கோடுகளுக்கு நாம் சீரமைக்க வேண்டும்.

பேய்கள் : ஏற்பியை அடையும் மின்காந்த அலைகள் பல பாதைகளில் வருவதால் பேய்கள் உண்டாகின்றன இங்கு ஒளிக் குறிப்புகள் பல பாகை வேறுபாடுகளுடனும், பல நேர வேறுபாடுகளுடனும் வருவதால், ஒன்றன்பின் ஒன்ருகப் பல படங்கள் வருகின்றன. படத்தின் பின் அதன் வடிவம் வருவதைப் பேய் என்று கூறுகிறோம். வான் கம்பியை ஏற்பியின் உள்ளீட்டிற்கு இணைக்கும் மின்வழிகளின் மறுப்பு, வான் கம்பியின் மறுப்பிற்கும் பொருத்தமுள்ளது. அதேபோல் ஏற்பியின் உள்ளீட்டின் மறுப்பிற்குப் பொருத்தம் இல்லாததால், நிற்கும் அலைகள் உண்டாகின்றன. மின்வழிகளின் நீளத்திற்கு ஏற்றவாறு பிம்பங்களின் தொலைவு மாறுகிறது. இடைவெண் மிகைப்பியில் அல்லது ஒளி அலை மிகைப்பியில் அதிக அதிர்வெண்களில் மிகைப்பு அதிகமாவது பேய்கள் உண்டாக மற்ருெரு காரணம் ஆகும். இடைவெண் மிகைப்பியால் உண்டாகும் பிம்பங்கள் நுண்ணிய இசைவுக் கட்டுப்பாட்டை மாற்றினால் மாறுபடும். மின்வழியால் உண்டாகும் நிழல் பிம்பங்கள் கை மின்வழி அருகே கொண்டு போவதால் உண்டாகும் கொண்ம வேறுபாட்டால் மாறுதல் அடையும்.

பல் வழிச் செலுத்தலால் வரும் பேய்களை, நல்ல ஒரு திசைப்படுத்துத் திறனுள்ள வான் கம்பியை உபயோகப்படுத்தி, அதன் திசையைக் குறைந்த அளவு பல பிம்பங்கள் வரும திசைக்குப் பொருத்துவதால் விலக்கலாம்.

வானொலி அலைவெண் குறுக்கீடுகள் : மருத்துவ நிலையங்களில் உள்ள மின்னணுக் கருவிகள், காவல் துறை வானொலி ஆகியவைகளால் தொலைக் காட்சி அலை ஏற்பியில் குறுக்கீடுகள் உண்டாகலாம். இவைகள், கலப்பியில் உள் அலைப்பியுடன் விம்மி, ஒளிக் குறிப்புப் பட்டையில் குறுக்கீட்டு அமைப்புகள் உண்டாக்கலாம். இவை மூலைவிட்டக் கோடுகளாகப் படத்தில் வரும். இவை நிலையாகவோ அல்லது ஒரு மூலைவிட்டத் திசையிலிருந்து மெதுவாகச் செங்குத்தாக மாறியோ, மறு மூலைவிட்டத் திசைக்கு வரும். இவ்வாறு இவை மாறிக்கொண்டே இருக்கும்

இந்த வானொலி அலைவெண் குறுக்கீடுகள், வான் கம்பி மின்வழி மூலமாகவோ, அடிமணை மூலமாகவோ, அல்லது திறன் வடம் மூலமாகவோ வரலாம். திறன் வடம் மூலமாக வரும் குறுக்கீடுகள் திறன் வடத்தைக் கையில் பிடித்தால் மாறுதல் அடையும். இவற்றை, மின்செருகியைத் திருப்பி இணைப்பதாலேயோ, அல்லது வடத்தில் வானொலி அலைவெண் வடிப்பான் அமைப்பதாலேயோ குறைக்கலாம். வான் கம்பி மூலம் வரும் குறுக்கீடுகளை உள்ளீட்டில் வானொலி அதிர்வெண் வடிப்பான் உபயோகித்துக் குறைக்கலாம். இதை 50 MHz உச்சக் கடப்பு வடிப்பான் மூலம் தவிர்க்கலாம்.

வெளி இரைச்சல் குறுக்கீடுகள்: கார்களின் சுடர்மூட்டச் சுற்று வழிகள், மின்னோடிகள், தொலைபேசி எண் சுழற்றும் பொழுது உண்டாகும் இடைவிட்ட இணைப்புகள் ஆகியவைகளால் குறுகிய கிடைக் கருப்புக் கோடுகள் படத்தில் உண்டாகும். சில நேரங்களில் படங்களில் செங்குத்து இணக்கம் மாறி அவை மேல் நோக்கி நகரும்; அல்லது கிடை இணக்கம் மாறி, படத்தில் குறுக்கே கிழிந்த மாதிரி உருவங்கள் வரலாம். இக் குறுக்கீடுகள் வான்கம்பி மூலமோ, மின்வழிகள் மூலமோ, அடிமணை மூலமோ அல்லது திறன் வடம் மூலமோ ஏற்பிச் சுற்றுவழிகளை அடையலாம். திறன் வடம் மூலம் வரும் குறுக்கீடுகளைக் குறைக்கத் திறன் வடத்தில் 1 mh வானொலி அலைவெண் தூண்டுச் சுருள்களைத் தொடராகவும், 0·01 μF துணை கடத்துக் கொண்மிகளை இணையாகவும் கொண்ட, குறைகடத்து வடிப்பான்களை உபயோகிக்கலாம். இந்த வடிப்பானைக் குறுக்கீடு வரும் இடத்திற்கு அருகே இணைக்க வேண்டும்.

படத்தில் ஒலிக் குறிப்புகள் வருதல்: இவை கிடைக் கோடுகளாக வரும். இக் கோடுகள் ஒலிக்கேற்றவாறு மாறுதல் அடையும். ஒலியில்லாதபொழுது இப் பட்டைகள் மறையும். இடை அலைவெண் சுற்றுவழிகள் சரியான அலைவெண் உடன் விளைவற்றிருந்தால் வரும். இடை அலைவெண் மிகைப்பிகளில் ஒலித் தடுப்பிகளைச் சீர்படுத்தினால் குறைந்துவிடும். ஒலிப் பட்டைகள் உச்ச ஒலிக் காலங்களில் மட்டும் இயந்திர அதிர்வுகளால் உண்டாகலாம். முக்கியமாக இவை வானொலி அலைவெண், இடை அலைவெண், ஒளிக் குறிப்பு ஆகியவற்றின் அலைவெண், உள் அலைப்பி சுற்றுவழிகளில் ஏற்படலாம். ஒலித்திறன் மிகைப்பிச் சுற்றுவழியிலுள்ள மின்நிரப்பி சரியாக வடிகட்டப்படாவிட்டாலும் இக் குறை உண்டாகும்.

முரற்சி இருப்புக் காணல் : முரற்சி 50 Hz அல்லது 100 Hz-ல் வரும். படம் அற்று வரிப்படம் காணும்பொழுது முரற்சியால் ஓரங்களில் வளைவு ஏற்படாவிட்டால், முரற்சி அலை மாற்றத்தால் உண்டாகிறது என்று அறியலாம். வரிப்படம், படம் இவ்விரண்டிலுமே ஓர வளைவுகள் உண்டானல் முரற்சி பொதுச் சுற்றுவழியில் கூடியிருக்கிறது என்று காணலாம். 50 Hz முரற்சி, பட ஓரத்தில் மேலிருந்து கீழ் ஒரு சைன் வடிவ வளைவு உண்டாக்கும். 100 Hz முரற்சி இரண்டு சைன் வடிவ வளைவுகளை உண்டாக்கும். மேலும் படத்தில் முறையே ஒன்று, இரண்டு பட்டைகள் அமையும். சூடேற்றி எதிர்முனைக் கசிவு, 50 Hz முரற்சி உண்டாக்குகிறது. மின் நிரப்பியில் அதிகச் சல சலப்பு (சரியாக வடிகட்டாததால்) இருப்பதால், 100 Hz முரற்சி வருகிறது. முரற்சி அதிகமாக, பட்டையும் நல்ல கறுப்பாக அமையும். பட்டைகளாக வரும்பொழுது முரற்சி ஒளிக் குறிப்பில் இருப்பதை அறியலாம். இது, வரிப் படத்திலும், படத்திலும் வந்தால் வானொலி அலைவெண், இடை அலைவெண் மிகைப்பிகளைக் கவனிக்க வேண்டும்; படத்தில் மட்டும் வந்தால் ஒளிக் குறிப்பு மிகைப்பியைக் கவனிக்க வேண்டும். செங்குத்து ஓர வளைவுகள் மட்டுமானல், அவையும் படத்தில் மட்டும் வந்தால், கிடை இணக்கச் சுற்று வழியைக் கவனிக்க வேண்டும்; ஓர வளைவுகள் படம், வரிப்படம் ஆகிய இரண்டிலும் வந்தால் இடை அலைப்பி, மிகைப்பி ஆகியவைகளைச் சீரமைக்க வேண்டியிருக்கும்.

வரிக் கண்ணோட்ட நேர்மை ; கிடை, செங்குத்து வரிக் கண்ணோட்ட நேர்மைகளைக் கிடை, செங்குத்துப் பட்டைகளைத் திரையில் இட்டுக் காணலாம். இதற்கு ஒலிக்குறிப்பு அலைப்பியை உபயோகிக்கலாம். ஒளிக் குறிப்பு மிகைப்பிச் சுற்றுவழியின் உள்ளீட்டில் ஒலிக் குறிப்பு அலைப்பியை இணைக்கலாம். இதன் அலைவெண்களை மாற்றுவதால் கறுப்பு வெண்மைப் பட்டைகள் திரையில் தோன்றுகின்றன. கிடை அலைவெண்ணைவிட அலைப்பியின் அலைவெண் குறைவாக இருந்தால், கிடைப் பட்டைகள் தோன்றுகின்றன ; கிடை அலைவெண்ணைவிட அதிகமாகும் பொழுது மூலைவிட்டப் பட்டைகளோ அல்லது செங்குத்துப் பட்டைகளோ தோன்றுகின்றன. உதாரணமாக, 50 Hz குறிப்பில் மேல்பாதிப் படம் வெண்மையாகவும், கீழ்ப் பாதிப் படம் கறுப்பாகவும் இருக்கும். 200 Hz இருக்கையில் 4 ஜோடி வெண்மை கறுப்புப் பட்டைகள் தோன்றும். இப்பொழுது செங்குத்து வழியில் எதிர்மின்னிக் கதிர் சீரான வேகத்தில் நகர்ந்தால் பட்டைகளின் இடைவெளிகளும் ஒரே

அளவாக இருக்கும். இல்லையென்றால் ஒரு பக்கம் கூடிக் கொண்டும் மறுபக்கம் விலகியும் அமையும். இப்பொழுது செங்குத்துச் சுற்று வழியில் உள்ள உயர, செங்குத்து நேர்மைக் கட்டுப்பாடுகளைக் கொண்டு சீர் அமைக்கலாம்.

இதே போல் ஒலிக் குறிப்பு அலைப்பியின் அலைவெண் 15625 Hz ஆனால், படத்தின் இடப் பாகம் வெண்மையாகவும் வலப் பாகம் கறுப்பாகவும் இருக்கும். 156250 Hz ஆனால் 10 ஜோடி செங்குத்துக் கறுப்பு வெள்ளைப் பட்டைகள் உண்டாகும். இவற்றைக் கொண்டு கிடை விலக்கச் சுற்று வழியின் நேர்மையைச் சீரமைக்கலாம்.

பிழையிருப்புக் காணல் : சூன்யக் குழல்களைக் கொண்டு ஏற்பி அமைக்கும் பொழுது அவைகளின் சூடேற்றிகள் இணையாகவோ, தொடர், இணை கலந்த சுற்று வழியாகவோ அமையலாம். இணையாக அமைந்தால் சூடேற்றி, எரியாத குழலைக் கண்டுபிடித்து, அதனை மாற்றிவிடலாம். தொடர்ச் சுற்றாக இருக்கும் பொழுது அந்தச் சுற்று வழியிலுள்ள எல்லாச் சூடேற்றிகளும் எரியா. அப்பொழுது ஒவ்வொன்றாகக் கழற்றி, அவற்றைத் தடைமானி மூலம் ஆராய வேண்டும்.

1. ஏற்பியில் ஒலி, வரிப்படம், படம் ஆகிய ஒன்றுமே இல்லை. மின்வடம் சரியாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறதா என்று கவனிக்க வேண்டும் ; உருகி இருக்கிறதா என்று பார்க்க வேண்டும். சூடேற்றிச் சுற்று வழியில் திறப்பிருக்கலாம். சூடேற்றிகள் எல்லாம் எரிந்தால் மின் நிரப்பியில் நேர் மின்னழுத்தமில்லை.

2. ஒலி, படம் இல்லை ; ஆனால் வரிப்படம் வருகிறது. தானியங்கு மிகைப்புக் கட்டுப்பாடு, வானொலி அலைவெண், பொது இடை அலைவெண் மிகைப்பு ஆகிய சுற்றுவழிகளை ஆராயவேண்டும்.

3. ஒளி போதியதாக இல்லை. இது உச்ச மின்னழுத்தமில்லாததால் வருவது. உச்ச மின்னழுத்தச் சுற்றுவழியை ஆராய வேண்டும். குறையணுத் தடுப்பையும் கவனிக்க வேண்டியிருக்கும்.

4. **வரிப்படம் சிறியது :** மின் நிரப்பியின் மின்னழுத்தம் குறைவாக இருப்பின் இவ்வாறு வரும்.

5. வரிப்படத்தின் அகலம் குறைந்துள்ளது : கிடை அலைப்பி, மிகைப்பி, திறன் மிகைப்பிச் சுற்றுவழிகளை ஆராய வேண்டும்.

6. வெள்ளைச் செங்குத்துக் கோடு பட ஓரத்தில் அமைந்தும் அகலம் குறைந்தும் வரிப்படம் அமைந்துள்ளது. கிடைத் திறன் மிகைப்பி வெளியீட்டில் ஒடுக்கல் குறைந்திருக்கும். ஒடுக்கல் குழலைக் கவனிக்க வேண்டும்.

7. வரிப்பட நடுவில் ஒரு வெள்ளைச் செங்குத்துக் கோடு அமைகிறது. இது கிடைச் சுற்றுவழியில் அதிக வீச்சு இருப்பதால் வரும். கிடைத்திறன் மிகைப்பி உள்ளீட்டில் கொடுக்கப்படும் குறிப்பின் வீச்சைக் குறைக்க வேண்டும். அதன் சார்பு மின்னழுத்தத்தையும் அளந்து பார்த்தல் வேண்டும்.

8. படம் ஏற்றத்தாழ்வு நிலை குறைவுடன் இருக்கிறது. ஆனால் பனியில்லை : ஒளிக் குறிப்பு மிகைப்பி, இடை அலைவெண் மிகைப்பி சுற்றுவழிகளில் போதுமான மிகைப்பியில்லை.

9. படத்தில் பனி பெய்வது போல் குறுக்கே வெண் புள்ளிகள் தோன்றி மறைகின்றன. வான்கம்பியில் போதிய வானொலிக் குறிப்பு இல்லை ; அல்லது வானொலி அலைவெண் மிகைப்பியில் போதிய மிகைப்பு இல்லை.

10. படம் இருண்டும், கறுப்பு வெண்மைப் பாகங்கள் பிறழ்ந்தும் வருகின்றன. அதிக மிகைப்பினால் அல்லது மிகை வான்கம்பக் குறிப்பினால் இடையிலுள்ள மிகைப்பிகள் மிகச் சுமையடைந்து, குறிப்புகள் சிதைவடைகின்றன. அல்லது மிகைப்பிகளில் சரியான சார்பு மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படவில்லை; அல்லது குழல்கள் பழுதடைந்துவிட்டன. தானியங்கு மிகைப்புக் கட்டுப் பாட்டு மின்னழுத்தத்தையும் கவனிக்க வேண்டும்.

11. படம் நிலையாக இல்லாமல் மேல்புறம் உருளுகிறது; பக்கவாட்டிலும் நிலையாக இல்லை : இணக்கச் சுற்றுவழிகளில் கோளாறு உள்ளது.

12 படம் கிழிந்தவாறு காணப்படுகிறது. இது கிடை இணக்கமில்லாததால் வருவது. கிடை தானியங்கு அலைவுக் கட்டுப்பாட்டுச் சுற்றுவழியை ஆராயவேண்டும்.

பொதுவாக, ஒரு பழுதடைந்த கொண்மி, தடை ஆகியவை களை மாற்றும்பொழுது, சில முக்கியச் செயல் முறைகளை நினைவில் வைத்துக் கொள்ளவேண்டும். நில இணைப்புகள், இணைக்கும் கம்பிகள் ஆகியவைகள் முன்னிருந்தவாறே இருக்குமாறு புதுப்

பாகத்தை வைக்கும்பொழுதும் கவனித்துக்கொள்ள வேண்டும். இது உச்ச அலைவெண்களில் மிகவும் உய்யமானது; பின்னூட்டம் தடுக்க அவசியமானது. அதிக உச்ச மின்னழுத்தச் சுற்றுவழியில் ஒளிர்வு, சுடர் ஆகியவற்றைத் தடுப்பதும் அவசியம். கொண்மி களில் அதிக மின்னழுத்தம் உள்ளவைகளை உபயோகிக்கலாம்; தடையில் அதிகத் திறன் உள்ளவைகளை உபயோகிக்கலாம். ஆனால் அப்ரகம், பீங்கான் கொண்மிகளுக்குப் பதிலாகக் காகிதக் கொண்மிகளை உபயோகிக்கக் கூடாது. மின்றேற் பகுப்புக் கொண்மிகளை மாற்றும்பொழுது பழைய கொண்மியின் மின்னழுத்தத் திறனுக்குப் பெரிதும் வேறுபட்ட மற்றொரு மின்றேற் பகுப்புக் கொண்மியை உபயோகிக்கக் கூடாது. அச்சிட்ட சுற்றுப் பலகைகளில் பழுதடைந்த உறுப்புகளை மாற்றும்பொழுது இணைப்புகளை உறுப்புக்கு அருகிலேயே வெட்டியெடுத்துப் புது உறுப்பை நீண்டு நிற்கும் பழைய துண்டு இணைப்புகளிலேயே பற்றவைத்து விடவேண்டும் இதனால், பலகையில் சூடு வைப்பதால், கண்ணிகள், இணைப்புகள் மற்ற உறுப்புகள் ஆகியவற்றைப் பழுதடையாமல் காக்கலாம்.

பழுது பார்ப்பதற்கு மிகவும் அவசியமான தேர்வுக் கருவிகள் எதிர்முனைக் கதிர் அலைபதிப்பி, அகலப்பட்டை மாறு அலைப்பி, குறிப்பு அலைப்பி, வெற்றிடக் குழல் மின்னழுத்த அளவி ஆகியவை ஆகும். இவற்றுள் அலைபதிப்பிச் சுற்றுவழிகளில் பல இடங்களில் உள்ள மின்னழுத்தம், அலை வடிவம், அலைவெண் ஆகியவைகளைக் கணிக்கப் பெரிதும் உதவுகிறது. 5" முக விட்டம் உள்ள அலைபதிப்பி மிகவும் நல்லது. இதன் செங்குத்து மிகைப்பியின் அலைப்பட்டை நேர்மின்னோட்டத்திலிருந்து, 15 MHz வரை இருத்தல் மிகவும் நல்லது. மாறு அலைப்பிகள் அலைவெண் உடன் விளைவுகளை அளக்க மிகவும் உதவுகின்றன. இவை, ஓர் அலைவெண்ணில் வைத்து, பிறகு இவ்வலைவெண்ணை ஒரு சீராக 4 MHz அல்லது 7 MHz மாற்றி, மறுபடியும் பழைய அலை வெண்ணுக்குக் கொண்டு வரும். இதனையே தொடர்ந்து நொடிக்கு 50 தடவை செய்துகொண்டே இருக்கும். இம் மாற்று மின்னழுத்தத்தை அலைபதிப்பியின் இடை விலக்கிகளுக்குக் கொடுப்போம்; குறிப்பை நாம் ஆராயும் சுற்றுவழியின் உள்ளீட்டில் கொடுப்போம். வெளியீட்டுக் குறிப்பை அலை பதிப்பியின் செங்குத்து விலக்கிகளுக்கு மிகைப்பி மூலம் கொடுப்போம். இப்பொழுது அலைபதிப்பியில் வரும் வரைபடம் சுற்றுவழியின் அலைவெண் உடன் விளைவாகும். இதனைக் கொண்டு இடை அலைவெண் சுற்று வழிகளைச் செம்மை செய்யலாம்.

வெற்றிடக் குழல் மின்னழுத்த அளவியின் அகத்தடை மிக அதிகமாக இருப்பதால், சுற்றுவழியில் இதை அளவிட இணைக்கும் பொழுது, சுற்றுவழியிலிருந்து திறன் எடுப்பதில்லை. சில துணைத் துருவு முனைகளைக் கொண்டு 50 *KV* வரை அளக்கலாம். தொலைக்காட்சிப் பெட்டியில் பல முனைகளில் உள்ள மின்னழுத்தங்களை அளக்க வெற்றிடக்குழல் மின்னழுத்த அளவியையே உபயோகிக்க வேண்டும்.

சில நேரங்களில் *A.M.* குறிப்பு அலைப்பியையே உபயோகிக்கலாம். தொலைக்காட்சிப் பெட்டியின் வான்கம்பி இணைப்பு முனைகளில் *A. M.* குறிப்பு அலைப்பியிலிருந்து குறிப்புகளைக் கொடுக்கலாம். இது இணக்கமூட்டப்பட்ட அலைவெண்ணிற்குச் சிறிது தள்ளியிருப்பின் படத்தில் கறுப்புப் பட்டைகள் தோன்றும். இதிலிருந்து வானொலி அலைவெண் பகுதி நன்கு வேலை செய்கிறது என்பதை அறியலாம். தடைகளின் மதிப்பையும் *VTVM* கொண்டு அளக்கலாம். மின்னழுத்தத் தேர்வுகளைக் கொண்டு திறந்த தடைகள், குறுக்கிட்ட கொண்மிகள், தவறான தானியங்கு மிகைப்புப் பாதுகாப்பு மின்னழுத்தம் ஆகியவைகளைக் கண்டு பிடித்துவிடலாம். ஆனால் திறந்த கொண்மி, குறுக்கீடான சுருள் ஆகியவைகளை மின்னழுத்தத் தேர்வு மூலம் ஆராய முடியாது. இவற்றைக் குறிப்பு அலைப்பியிலிருந்து மாறு மின்னழுத்தம் கொடுத்து அலைபதிப்பியில் வரிவடிவம் மூலம் கண்டு பிடிக்கலாம்.

குறிப்புப் புத்தகங்கள்

1. Bernard S. Grob : 'Basic Television, : McGraw Hill, Kogakusha Ltd., 1964

2. Milton S. Kiver : 'Television Simplified', Affiliated East West Press Ltd., 1971

உலகத்தில் உபயோகிக்கப்படும் தொலைக்காட்சிப் பரப்புதல் தரங்கள்

உபயோகிக்கும் நாடுகள்	அமெரிக்கா, கானடா, ஜப்பான், தென் அமெரிக்க நாடுகள்	இந்தியா, ஐரோப்பாவில் ஜெர்மனி, இத்தாலி, ஹாலந்து	சோவியத் சார்ந்த நாடுகள்	இங்கிலாந்து	ஃப்ரான்ஸ்
படத்தின் கோடுகள்	525	625	625	405	819
நொடியில் காட்டப் படும் படங்கள்	30	25	25	25	25
செங்குத்துத் தளர் அலைப்பியின் அலை வெண்	60	50	50	50	50
கோட்டு அலைவெண்	15750	15625	15625	10125	20475
ஒளிக் குறிப்புப்பட்டை யகலம்	4 MHz	5 MHz	6 MHz	3 MHz	10·4 MHz
நிலையத்தின் பட்டை யகலம்	6 MHz	7 MHz	8 MHz	5 MHz	14 MHz
ஒளிக் குறிப்பின் முனைமை	எதிர்	எதிர்	எதிர்	நேர்	நேர்
பட அலைமாற்றம்	வீச்சு	வீச்சு	வீச்சு	வீச்சு	வீச்சு
ஒலி அலைமாற்றம்	அலைவெண்	அலைவெண்	அலைவெண்	வீச்சு	வீச்சு

பிரச்சினைகள்

1. ஒரு தொலைக்காட்சிப் பெட்டியில் ஒலி ஏற்பியைவிட அதிகமான மாறியல் கட்டுப்பாடுகள் ஏன் இருக்கின்றன?

2. இருவகைத் தொலைக்காட்சி ஒலிப் பிரிப்பு முறைகளைப் பற்றி விளக்கம் தருக.

3. ஒரு முழுத் தொலைக்காட்சிக் குறிப்பில் என்னென்ன பாகங்கள் உள்ளன ?

4. ஒரு தொலைக்காட்சி ஏற்பியில் உள்ள வெவ்வேறு பாகங்களின் வேலைகளைக் குறிப்பிடுக.

5. கண்ணோட்டம் என்பது என்ன ? எவ்வகைக் கண்ணோட்டம் இப்பொழுது பயன்படுகிறது ? ஏன் ?

6. பட அலைவு, கிடை அலைவு, செங்குத்து அலைவு இவைகளின் மதிப்புகளைக் கொடுக்கவும்.

7. தொலைக்காட்சிக் குறிப்பின் பட்டையகலம் ஏன் அதிகமாகிறது ?

8. தொலைக்காட்சி ஏற்பிகளில் வான் கம்பிகள் ஏன் மிகவும் முக்கியமாகின்றன ?

9. இந்தியாவில் 62·25 MHz தொலைக்காட்சியில் ஒளி ஊர்தி அமைகிறது. இதற்கு உபயோகப்படும் வான் கம்பியின் அளவுகளைக் கணக்கிடுக.

10. வானொலி அலை மின்மிகைப்பிக்கு உபயோகப்படும் பல வித மின்மிகைப்பு அலகுகளை ஆராய்க.

11. ஐந்து கம்பிவலைச் சூன்யக் குழல்களைத் தொலைக் காட்சியில் ஏன் உபயோகிப்பதில்லை ?

12. இடை அலைவெண் மின்மிகைப்பிச் சுற்றுவழியை நாம் எந்தக் குணங்களைக் கொண்டு தெரிந்தெடுக்க வேண்டும் ?

13. ஒளி, ஒலிக் குறிப்புகள் எவ்வாறு பிரிக்கப்படுகின்றன?

14. இடை அலைவெண் மின்மிகைப்பி அலகுகளின் ஒத்திசைவு அலைகளை மாற்றி அமைத்தால் வரும் விளைவுகள் யாவை?

15. குறைகடத்தி இரு முனையம் தொலைக்காட்சியில் பண்பிறக்கத்திற்கு ஏன் உபயோகப்படுகிறது ?

16. தானேயியங்கும் மின்னழுத்த இலாபக் கட்டுப்பாட்டு முறை, தொலைக்காட்சி ஏற்பியில் எவ்வாறு எடுக்கப்படுகிறது ?

17. ஒளி மின்பெருக்கியில், மேல், கீழ் அலைவெண்களில் வரும் வீச்சு, கோணக் குறைகள் எவ்வாறு தடுக்கப்படுகின்றன

18. ஓர் ஒளி மின்பெருக்கியில் சுமை 2000 Ω. இணைக் கொண்மம் 20 pF. இது 4·5 MHz வரை ஒரே சீரான மின் பெருக்கமளிக்க வேண்டும். இதற்கான இணைத் தூண்டத்தின் மதிப்பென்ன ?

19. ஒளிக் குறிப்பில் எதற்காக நேர்மின் மட்டத்தைத் திரும்பக் கொண்டு வர வேண்டும் ? இதற்கான சுற்றுவழியை விளக்குக.

20. பொலிவு மாறியல், பேதம் காட்டி மாறியல் இவைகளின் குண வேறுபாடுகளைக் கூறுக.

21. எதிர்முனைக் கதிர்க் குழலின் பாகங்களை விளக்குக.

22. ஒளிரும் கலவையின் பின்புறம் மெல்லிய அலுமினியப் பூச்சுச் செய்வதால் அடையும் நன்மைகள் யாவை ?

23. இணக்கத் துடிப்புகள் எவ்வாறு ஒளிக் குறிப்பினின்றும் பிரிக்கப்படுகின்றன ?

24. சமனுக்கும் துடிப்புகளின் அவசியம் என்ன ?

25. கிடை, செங்குத்து இணக்கத் துடிப்புகள் எவ்வாறு பிரிக்கப்படுகின்றன ?

26. இடை அலைப்பியின் படம் வரைந்து அது செயல்படுவதை விளக்குக.

27. இணக்கத் துடிப்புகள் எவ்வாறு ஏற்பியின் அலைப்பிகளைப் பரப்பியின் அலைப்பிகளுக்கு ஏற்றவாறு அமைக்கின்றன ?

கலைச்சொற்கள்

A

Absorption — உறிஞ்சல்
Accelerating grid — முடுக்க வலை
Acceleration — முடுக்கம்
Acceptor — ஏற்பி
Admittance — விடுப்பு
Aerial — வானி, வான்கம்பி, விண்ணி
Active network — செய்வலை; தானியங்கு கருவிகள் கொண்ட வலை
Alkali — காரம்
A.C. — மா.மி.-மாறு மின்னோட்டம்
Amplifier — மின் மிகைப்பி
Amplification factor — மிகைப்புக் காரணி, மிகைப்புத் தகவு
Amplifying — மிகைப்பு
Amplitude — வீச்சு
Anion — நேர்க்குறையணு
Anode — நேர்முனை
Arc — சுடர்
Astable — நிலையற்ற
Attraction — கவர்ச்சி
Audio frequency — கேளலைவு எண்
Automation — தானியக்கம்
Auxiliary — துணை

B

Balanced — சமநிலை
Band — பட்டை
Base — அடிப்படை

Battery — மின்கலத் தொகுதி
Bias — வலைச் சார்பு ஒல்டு
Binary — ஈரிலக்க
Bistable — இருநிலைப்பாடு
Blocking oscillator — தடை அலைப்பி
Branch — கிளை
Bridge network — பால வலை
Brush — தொடுவி

C

Cadmium — ஞாவியம்
Capacity — கொண்மை
Capacitance — கொண்மம்
Capacitor — கொண்மி
Communication — தொடர்வு
Cascade amplifier — தொடரிணைவு மிகைப்பி
Cathode — எதிர்முனை
Cathode follower — எதிர்முனைப் பின்னோடி
CRO — எதிர்முனைக் கதிர் அலை பதிப்பி
CRT — எதிர்முனைக் கதிர்க் குழல்
Cation — எதிர்க் குறையணு
Centrifugal — மையம் விலக்கு விசை
Ch. curve — பண்பு வரை
Charge — மின்னேற்றம்
Choke — தூண்டு சுருள்
Circuit — சுற்றுவழி
Closed — முடிப்புச் சுற்றுவழி
Coil — சுருள்
Copper — செம்பு
Cold cathode emission — தண் முனை உமிழ்வு
Camera tube — படப் பிடிப்புக் குழல்
Collector ring — திரட்டு வளையம்
Collector — சேமிப்பான்
Collision process — மோதல் நிகழ்ச்சி
Complex wave — கலவை அலை
Concentric cables — ஒரு மைய வடங்கள்
Conduction — கடத்தம், கடப்பு
Conductor — கடத்தி
Contact — தொடுமுனை

Conduction band — கடத்துப் பட்டை
Contactor — தொடுகை
Coulomb — கூலம்
Core — உள்ளீடு
Critical — உய்ய
Crystal — படிகம்
Coupled circuits — பிணைப்புச் சுற்றுவழி
Coupling — பிணைப்பு
Cumulative — திரள்
Current — மின்னோட்டம்
Cycle — அலைவு

D

Decoupling — பிணையவிழ்ப்பு
Deceleration — தடுக்கம்
Deflect — விலக்கு
Deflector — விலக்கி
Detector — பிரிப்பி, பகுப்பான்
Device — பொறி
Discharge — மின்னிறக்கம்
Digital computer — எண்ணியல் கணிப்பி, கணிப்பான்
Diode — இரு முனையம்
Diffusion — விரவல்
Diode valve — இரு முனையக் குழல்
D.C. — நேர் மின்னோட்டம்
Differentiate — தொகையிடு
Discrimination — பிரித்துணர்வு, பகுப்பு

E

Earth — நிலம்
Eddy — சுழல்
Effective — பயனுறு
Efficiency — திறன்பாடு, பயனுறுபாடு
Electric field — மின் புலம்
Electric oscillation — மின்னலைப்பு
Electric resonance — ஒத்திசைவு
Electrode — மின் முனை
Electron — எதிர் மின்னி, மின்னணு

E.M. Wave — மின் காந்த அலை
Elecromotive force — மின்னியக்கு விசை
Electronic amplifier — மின்னணுவியல் மிகைப்பி
Er — ஒப்பு மின் புரைமை
Electrostatics — நிலை மின்னியல்
Emitter — உமிழ்வான்
Equation — சமன்பாடு
Equivalent ckt — நிகர் சுற்றுவழி
Emission — உமிழ்வு
Epitaxial layer — ஆடைப் படலம்
Error — பிழை
Equalizer — சமன்செய்வி
Estimation — மதிப்பீடு
Excitation — கிளர்ச்சி
Exciter — கிளர்ப்பி

F

Filter — வடிப்பான்
Fault — பிழை
Field strength — புல வலிமை
Filament — இழை
Field effect transistor — மின் புலப் பயன் திரிதடையம்
Form factor — வடிவக் கூறு
Forbidden band — தடுப்புப் பட்டை
Frequency — அலைவெண்
Frequency changer — அலைவெண் மாற்றி
Frequency modulator — அலை சேர்த்தி, அலைப் பண்பேற்றி
Frequency response — அலைவெண் உடன் விளைவு
F. W. rectifier — முழு அலை திருத்தி
Function generator — செயற் கூறு ஆக்கி

G

Generator — மின்னாக்கி
Glass — கண்ணாடி
Glow — ஒளிர்
Grid — வலை
Grid leak resistor — வலைக் கசிவுத் தடை
Ground wave — நில அலை

Ground resistance	— நிலத் தடை
Ground wire	— நிலக் கம்பி

H

Harmonics	— கிளையலைகள்
H.W. rectifier	— அரையலை திருத்தி
Heater	— சூடேற்றி
Heptode	— எழுமுனையம்
High	— மிகை
Hole	— மின் துளை
Horizontal	— கிடை
Hot Cathode Emission	— சுடுமுனை உமிழ்வு
Hot Cathode Rectifier	— வெப்பமுனை திருத்தி
Hysteresis	— தயக்கம்

I

Ignition	— சுடர் மூட்டம்
Illumination	— ஒளியடர்த்தி
Impedance	— மறப்பு, மடை, மறுப்பு
Impulse	— திடும்
Inductance	— தூண்டம்
Induction	— தூண்டல்
Inductive circuit	— தூண்டுச் சுற்றுவழி
Instrument	— கருவி
Inert gas	— செயலறு வளிமம்
Infra red	— அகச் சிவப்பு
Input	— உள்ளீடு
Insulation	— மின் காப்பு
Insulator	— காப்பி
Insulating material	— காப்புப் பொருள்
Insulation tube	— காப்புக் குழல்
Intensity	— செறிவு
Integrate	— தொகையிடு
Integrated circuit	— தொகுத்த சுற்றுவழி
Ion	— குறையணு
Ionic current	— குறையணு ஓட்டம்
Ionization	— குறையணுப்படுத்தம்

L

Lead — முனை
Layer — படலம்
Light beam — ஒளிக்கற்றை
Limiter — மட்டுப்படுத்தி
Line — மின்வழி
Load — சுமை
Loop — கண்ணி
Loss — இழப்பு

M

Match — பொருத்தம்
Mercury — இதள்
Mercury arc rectifier — இதள் சுடர்த் திருத்தி
Metal — மாழை
Metal rectifier — மாழை வகை திருத்தி
Meter — அளவி
Microphone — ஒலிபெருக்கி
Mixture — கலவை
Multigrid valve — பன்முனைக் குழல்
Modulator — அலை மாற்றி (பண்பேற்றி),
Motor — மின்னோடி
Mutial inductance — பிறிதின் தூண்டல், பிணைத் தூண்டல்
Multivibrator — பல்லதிர்வி
Monostable — ஒருநிலைப்பாடு

N

Nominal — பெயளரவு
Nucleus — உட்கரு

O

Open ckt — திறப்புச் சுற்றுவழி
Oxide — உயிரகை
Oscillation — அலைப்பு
Oscillator — அலைப்பி
Output — வெளியீடு

P

Parallel circuit — இணைச் சுற்றுவழி
Pass band — கடத்துப் பட்டை
Passive network — செயப்பாட்டு வலை
Pentode — ஐம்முனையம்
Phase — நிலை
Phase difference — நிலை வேறுபாடு
Photo cell — ஒளி மின் கலம்
Photo electric device — ஒளி மின்னமைப்பு
Pick up — பொறுக்கி
Poly phase — பன்னிலை
Porcelain — பீங்கான்
Potential — மின்னழுத்த நிலை
Potentiometer — ஒப்பு மின்னழுத்த அளவி
Power — திறன்
PF — திறன் கூறு
Picture tube — படக் குழல்

R

Ratio — தகவு = Factor
Resistance — தடை
Resistor — தடையி
Regulate — சீர்செய்
Rectifier — திருத்தி
Receiver — ஏற்பி
Radio — வானொலி
Reactance — எதிர் வினைப்பு
Ratio detector — தகைவு பகுப்பான்

S

Speed — வேகம்
Switch — இணைப்பி
Switch on — ஏற்றி வை
Switch off — அணைத்துவிடு
Susceptance — மடுப்பு
SLR — ஸிலிகான் கட்டுப்பாட்டுத் திருத்தி, முச்சந்தித் திரி தடையம்

Synchronize — இணக்கப்படுத்து
Semi conductor — குறைகடத்தி
Signal — குறிப்பு

T

Triode — மும்முனையம்
Tetrode — நான் முனையம்
Tungsten — இழைமம், மின்னிழைமம்
Transistor — திரிதடையம்
Tunnel — புழல், ஊடுருவல்
Theorem — தேற்றம்

U

Unijunction transistor — ஒருமுனைச் சந்திப்புத் திரி தடையம்

V

Vacuum — வெற்றிடம்
Vertical — செங்குத்து, மேல்கீழ்த் தி
Vector — நேரியம்
Voltage regulator — மின்னழுத்தச் சீர்தூக்கி

W

Wave meter — அலைமானி
Welding — பற்றவைப்பு